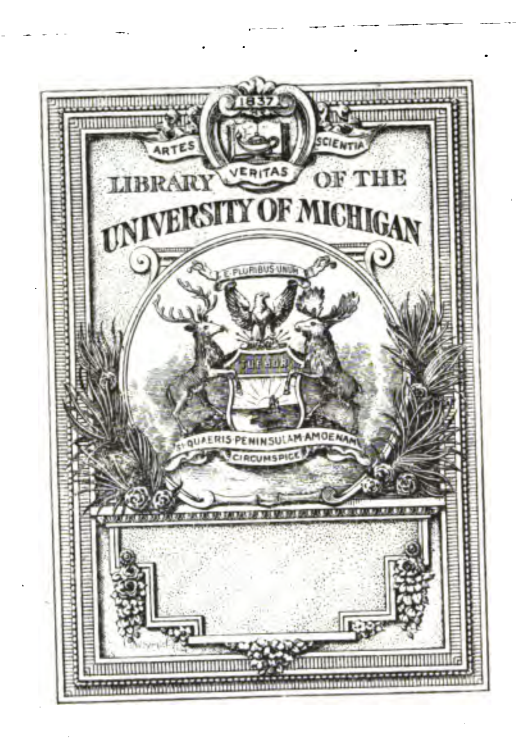
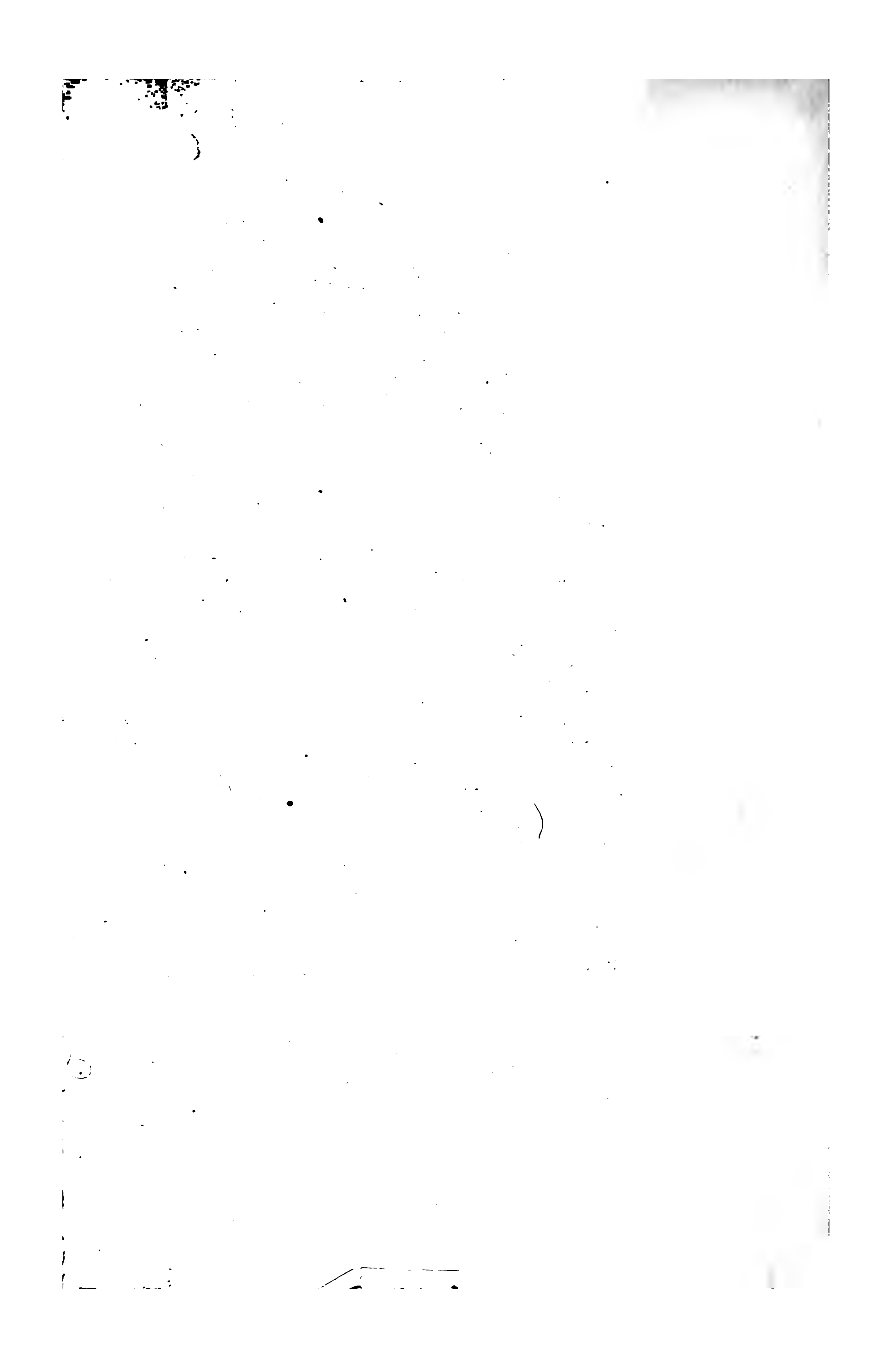



1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE



TONPSYCHOLOGIE.

VON

DR. CARL STUMPF,
PROFESSOR DER PHILOSOPHIE AN DER UNIVERSITÄT
ZU MÜNCHEN.

ZWEITER BAND.

LEIPZIG
VERLAG VON S. HIRZEL
1890.

DEM LEHRER UND FREUNDE

FRANZ BRENTANO.

Vorrede.

Zu meinem Troste geschieht es nicht ganz selten, dass ein zweiter Band mit einem „Ich hätte nicht gedacht, dass es so lange dauern würde“ eingeführt werden muss. Ich hätte es wirklich nicht gedacht. Denn mit Ausnahme des letzten Paragraphen war alles Wesentliche im Concept fertig; wie ich das Nämliche auch jetzt vom nächsten Bande und einem grösseren Teile des vierten sagen darf. Dennoch reut mich die aber- und abermalige Durcharbeitung nicht, da es sich ja nicht um brennende Tagesfragen sondern um Dinge handelt, bei denen die Genauigkeit Alles ist.

Ausser der Arbeit selbst und einigen unfreiwilligen Pausen verzögerten jedoch auch Allotria das Erscheinen dieses Bandes. Man kann von einem deutschen Professor der Philosophie selbst im letzten Drittel des neunzehnten Jahrhunderts nicht verlangen, dass er immerfort nur mit Pfeifen, Zungen und Gabeln umgehe. Auch wenn das Bedürfnis ihn nicht triebe, würden schon die Vorlesungen beständig mahnen, die Breite und Höhe der Wissenschaft im Auge zu behalten.

Ich sage Dies nebenbei auch gleichsam zum Fenster hinaus Denjenigen, welche mit Arbeiten wie der vorliegenden die alten Ansprüche der Philosophie auf Erfüllung und Erhebung des ganzen Geistes und Gemütes für aufgegeben erachten. Das

sind sie keineswegs. Wir bleiben uns bewusst, dass die Psychologie nur ein Aussenwerk der Philosophie und die Lehre von den Sinneswahrnehmungen nur ein Aussenwerk der Psychologie ist. Wir sind nun einmal überzeugt, dass diese Arbeit getan werden muss, und dass sie auch der Metaphysik und Ethik zu Gute kommt. Aber an diesen hängt das Herz.

Als nächste und praktische Folgerung erlaube ich mir hieraus abzuleiten, dass man für die weiteren Bände, deren Vollendung ich ehrlich beabsichtige, doch lieber von vornherein mit grösseren Pausen rechnen möge. Für alle Fälle habe ich den zwei vorliegenden, welche trotz weiterlaufender Fäden ein relativ selbständiges Ganzes bilden, ein Register beigegeben.

Damit erfülle ich zugleich den Wunsch mehrerer Recensenten, die sich mit der Anordnung des Stoffes nicht recht befreunden konnten. Mit Hilfe des Registers kann sich nun Jeder nach Bedarf das Buch unter verschiedenen Gesichtspuncten umschreiben. Übrigens muss ich sagen, dass mir gerade die Anordnung viele Überlegung kostete. Dass ich nicht, wie Einer gewünscht hätte, mit den Empfindungen begann und dann erst zu den Urteilen fortging, muss ich bei dem analytischen Charakter meiner Darstellung nach wie vor für richtig halten. Gegeben sind uns die Empfindungen in Auffassungen, unter denen wir, soweit es überhaupt möglich ist, die subjectiv wahren von den falschen abscheiden und so die Empfindungen erkennen müssen.

Dieser Band behandelt ausschliesslich die Frage: Wie verhält sich unser Bewusstsein gegenüber mehreren gleichzeitigen Tönen, abgesehen noch von aller eigentlich musikalischen Auffassung? Es war mein Bestreben, die in dieser anscheinend sehr einfachen Frage enthaltene grosse Menge von Einzelfragen,

auch soweit sie sich nicht sogleich entscheidend beantworten liessen, wenigstens vollständig aufzustellen. Man wird beim Nachschlagen der im Register aufgeführten Stellen zuweilen statt auf eine materielle Belehrung nur auf eine solche Frage stossen, hoffentlich aber auch dann im Zusammenhang, in der Gegenüberstellung und Formulirung der Fragen eine Anregung finden.

Als einen besonderen Entschuldigungsgrund für Fälle letzterer Art und zugleich für die Verzögerung dieses Bandes muss ich anführen, dass ich in Ermangelung eines eigenen akustischen Kabinets die nötigen Beobachtungen bei den verschiedensten Gelegenheiten, in physikalischen und physiologischen Instituten, bei Orgelbauern und Mechanikern, auf Kirchenorgeln, und zu nicht geringem Teile auf Reisen zusammenzusuchen gezwungen war.

Der dritte Band soll die Intervallurteile oder das eigentlich musikalische Denken, der vierte die Ton- und Musikgefühle untersuchen. Ausdrücklich bitte ich die Leser, nicht zu glauben, dass in den gelegentlich bereits eingestreuten Bemerkungen hierüber meine Theorie der Consonanz, der Musik überhaupt auch nur in ihren Grundzügen angedeutet sein solle; im Besonderen nicht den Verschmelzungsbegriff, der ohnedies Vielen Anstoss geben wird, schon mit Rücksicht auf seine Verwendbarkeit für diese Zwecke anzusehen. Ein Mitforscher, dessen Urteil ich sonst sehr hoch schätze, hat auf Grund eines ähnlichen Verfahrens, freilich nicht ohne Anlass meinerseits, sogar eine Art Erpressungsversuch verübt, indem er drohte, ich würde die Tonpsychologie nicht weiterführen können, ohne die unbewussten intellectuellen Tätigkeiten in aller Form hereinzunehmen. Diese Sorge um die Brauchbarkeit meiner Grundlagen teile ich nicht, da vielmehr gerade die Einsicht in die

Lösbarkeit jener alten Probleme mich zu einer so langgedehnten Untersuchung der Fundamente am allermeisten angetrieben hat. So einfach geht es allerdings damit nicht wie mit dem Unbewussten. Sind doch auch sowol die Musik als die Seele nicht ganz einfache Dinge.

München, Juni 1890.

C. Stumpf.

Inhalt des zweiten Bandes.

Dritter Abschnitt.

Beurteilung gleichzeitiger Töne.

Abkürzungen.

A. f. O. = Archiv für Ohrenheilkunde, herausgegeben von Tröltsch, Politzer und Schwartze (im I. Bande als „Tröltsch' Arch." citirt).

Fechner, Bin. Sehen = Über einige Verhältnisse des binocularen Sehens. Abhandlungen d. math.-phys. Cl. der k. sächsischen Gesellsch. der Wissenschaften. Bd. VII. 1860.

Wundt = Wundt's Physiologische Psychologie, 3. Auflage, 1887.

Z. f. O. = Zeitschrift für Ohrenheilkunde, herausgegeben von Knapp und Moos (im I. Bande als „Knapp's Arch." citirt).

Die übrigen Abkürzungen wie im I. Bande.

Dritter Abschnitt.

Beurteilung gleichzeitiger Töne.

Vorbemerkungen.

Während bei aufeinanderfolgenden Tönen die Functionen des Vergleichens das Hauptinteresse beanspruchen, bildet bei gleichzeitigen Tönen schon die Möglichkeit der Analyse ein wichtiges und schwieriges Problem. Niemand leugnet unsre Fähigkeit, aufeinanderfolgende Töne bei hinreichender Differenz ihrer Höhe ohne weitere Hilfsmittel, speciell auch ohne vorausgegangene Erfahrungen, als eine Mehrzahl von Tönen zu erkennen. Höchstens wird man annehmen, dass die Differenz der Töne, welche uns veranlasst, nach dem zuerstgehörten einen zweiten, dritten zu constatiren, ursprünglich eine grössere sein muss als nach eingetretener Übung und sonstiger Entwickelung. Gleichzeitige Töne dagegen werden oft auch bei bedeutenden Unterschieden ihrer Höhe als Einheit aufgefasst; ja man hat die Frage aufgeworfen, ob nicht die Behauptung, mehrere Töne gleichzeitig zu hören, in allen Fällen auf eine Täuschung hinauslaufe. Die durch diese Frage angeregten Betrachtungen werden uns in ihren weiteren Verzweigungen und Consequenzen fast diesen ganzen Abschnitt hindurch beschäftigen. Dabei werden wir auf einem bisher noch nicht beschrittenen Wege auch die Grundlage des Consonanz- und des Intervallbegriffes finden, welche in ausdrücklicher und eingehender Weise jedoch erst im vierten Abschnitt behandelt werden sollen.

Hinsichtlich der Terminologie müssen wir jetzt, wo der Unterschied zwischen einfachen und zusammengesetzten Klängen von principieller Bedeutung wird, bestimmte unterscheidende Bezeichnungen anwenden (vgl. I. 135). Wir nennen Klang überhaupt jeden musikalischen, nicht geräuschartigen Gehörseindruck (wobei wir diesen Unterschied als einen in gewöhnlichen Fällen hinreichend bestimmten hinnehmen und vorläufig dahingestellt sein lassen, ob sich nicht etwa in gewisser Weise Geräusche auf eine Summe von Tönen zurückführen lassen). Unter Ton sei der einfache Klang verstanden, unter Einzelklang ein solcher zusammengesetzter Klang, worin ein Ton (der Regel nach der tiefste) an Stärke bedeutend die anderen überwiegt, unter Zusammenklang ein solcher, worin mehrere Töne oder Klänge von annähernd gleicher Stärke enthalten sind. Diese Terminologie fügt sich möglichst genau sowol dem gewöhnlichen Sprachgebrauch als den Bestimmungen hervorragender Theoretiker der neueren Zeit.[1])

Die in einem Zusammenklang enthaltenen Einzelklänge oder Töne und die in einem Einzelklang enthaltenen Töne nennen wir seine Componenten oder Teile, die Teile eines Zusammenklanges speciell auch Teilklänge, die eines Einzelklanges Teiltöne. Diejenigen Teiltöne, welche oberhalb eines in der Regel stärkeren „Grundtones" (eines relativ tiefsten Tones) liegen und durch den nämlichen physikalischen Process erzeugt werden wie dieser, werden Obertöne genannt.[2]) Sind die Ober-

---

[1]) Vgl. HELMHOLTZ 97. Unter den älteren CHLADNI, Akustik (1802) 3 (§ 6). GOTTFR. WEBER, Versuch einer geordneten Theorie der Tonsetzkunst (1830) I 143.

Wenn wir gleichwol (ebenso wie HELMHOLTZ) hie und da auch jetzt noch von dem Ton statt dem Klang einer Flöte, Clarinette u. dgl. reden oder statt Einzelklang kurz Klang sagen, so möge dies nicht als Inconsequenz vermerkt werden, sondern als Anpassung an den populären Gebrauch in unschädlichen Fällen, wo Verwechselung nicht zu befürchten ist.

[2]) Auch die subjectiven Obertöne, welche physikalisch im Klange nicht vertreten sind, heissen nur insofern Obertöne desselben, als sie nicht zufällig (wie z. B. ein katarrhalisches Ohrenklingen) zugleich gehört werden, sondern das Ohr durch den objectiven Klang zu ihrer Erzeugung bestimmt wird.

töne harmonisch d. h. die entsprechenden Schwingungszahlen ganzzahlige Multipla derjenigen des Grundtones[1]), so wird dieser selbst als erster Teilton gerechnet, der erste Oberton als zweiter Teilton u. s. f. Die Numerirung der harmonischen Teiltöne bedeutet also zugleich das Zahlenverhältnis der bez. Schwingungen zu denen des Grundtons; z. B. dem siebenten Teilton entspricht die siebenfache Schwingungszahl des Grundtons. Endlich gebrauchen wir den älteren Ausdruck Beitöne für alle erheblich schwächeren Componenten eines Klanges oder Zusammenklanges. Er umfasst also die Obertöne, aber auch die Combinationstöne, welche erst bei Verbindung mehrerer annähernd gleichstarker Töne (Primärtöne) auftreten und in den auffallendsten Beispielen tiefer liegen als diese.

In allen diesen Fällen ist von den Empfindungen als solchen die Rede. Wo dieselben Ausdrücke für die entsprechenden objectiven Processe, die Luftschwingungen, gebraucht werden, ist dies durch „objectiver Klang, objectiver Zusammenklang" u. s. f. kenntlich gemacht (ausser wo auch ohne Beisatz Misverständnis ausgeschlossen ist). Wenn Jemand einen Zusammenklang nicht als Mehrheit von Empfindungen (nicht einmal von aufeinanderfolgenden) auffasst, so liegt für seine Auffassung eben nur ein Klang bez. ein Ton vor; und die Frage kann ja, wie oben bemerkt, überhaupt aufgeworfen werden, ob nicht diese Auffassung allgemein richtig ist. Betrachten wir also die Definitionen zunächst als hypothetische. Sie würden ja selbst nach jener Meinung nicht ganz ihren Wert verlieren, sofern doch gewisse Töne unter gewissen Umständen, wenn auch nur zufolge eines sehr beständigen und verbreiteten Irrtums, als Mehrheit regelmässig aufgefasst würden.

Den Begriff der Analyse oder Zerlegung anlangend wollen wir einige bereits (I 96, 106f.) berührte Puncte nun etwas ausführlicher nochmals hervorheben und eine dort nicht gebührend betonte Unterscheidung nachholen.

---

[1]) Höhere ganzzahlige Multipla ergeben allerdings auch Teiltöne, welche nicht mehr einen „harmonischen" Eindruck machen; doch mag dieser Umstand hier noch auf sich beruhen.

Wir verstehen unter Analyse die Wahrnehmung einer Mehrheit, unter Klanganalyse also die einer Mehrheit von Tönen in einem Klang.

Sie hat nichts zu thun mit der physikalischen Analyse der Wellen (deren Zusammensetzung ja nicht einmal durchweg mit derjenigen der Empfindungen parallel gehen muss). Der Physiker verfolgt ein durchaus anderes Ziel mit teilweise anderen Mitteln. Ihm ist das menschliche Ohr nur Ein Apparat neben anderen. Fällt es ihm schwer, einen Klang mit unbewaffnetem Ohr zu zerlegen, so greift er zu Resonatoren, löscht wol auch umgekehrt durch Interferenzröhren gewisse Wellen aus, um andere allein zu vernehmen, oder lässt das Ohr ganz aus dem Spiel und sieht zu, wie feinfühlige Flammen auf die Luftwellen reagiren, oder welche Curven die Stimmgabel unter dem Vibrationsmikroskop bildet oder auf berusster Platte selbst aufzeichnet.

Schon die Zerlegung mit Resonatoren ist genau gesprochen nicht mehr eine Zerlegung in unsrem Sinn. Indem der Resonator einen Teilton verstärkt, kommt statt des Klanges, um dessen Zerlegbarkeit als Empfindung es sich handelte, ein anderer Klang in mein Ohr, wenn auch die vom tönenden Körper ausgehenden Wellen in dessen Umgebung unverändert bleiben. Das Object des Psychologen ist verwandelt, nur das des Physikers noch vorhanden. Für jenen aber wiederholt sich, solange der neue Klang noch zusammengesetzt ist (die übrigen Teiltöne relativ schwächer mitgehört werden), die alte Frage, ob und wie es möglich sei, mehrere Töne zugleich zu hören. Ist der neue Klang ganz einfach, so ist eben auch nur die Möglichkeit der Wellen- nicht die der Empfindungszerlegung bewiesen.

Nur insofern gehört der Fall noch in das Bereich unsrer Frage, als etwa durch den Gebrauch eines Resonators die nachträgliche rein psychologische Zerlegung des ersten unveränderten Klanges erleichtert wird.

Auch ist zuzugeben, dass ganz kleine und zumal vorübergehende Änderungen der Intensität von Teiltönen (wie sie z. B. während eines Clavierklanges beständig vorkommen und sogar

subjectiv durch die Aufmerksamkeit erzeugt werden können) ebenso wie minimale Höhenschwankungen von Componenten uns nicht veranlassen können, von einem neuen Klange zu reden, wenn wir uns nicht übertriebener Spitzfindigkeit schuldig machen und zugleich sachlichen Inconvenienzen aussetzen wollen, da ja am Ende keine absolut beständige Empfindung existirt.

Wie von der physikalischen Zerlegung so haben wir die Analyse schon früher auch von dem blossen Wissen um Empfindungsteile (um so mehr also von blossen Hypothesen in dieser Beziehung) unterschieden. Ich betone es aber nochmals, weil inzwischen von hervorragender Seite gerade dieser entgegengesetzte Sprachgebrauch adoptirt worden ist.[1])

Endlich ist schon hervorgehoben, dass die gegenseitige Unterscheidung der Inhalte, die wir (und soweit wir sie) als mehrere auffassen, mit der Wahrnehmung ihrer Mehrheit allemal verbunden, wenn auch nicht identisch ist.[2]) Die Analyse kann mehr oder weniger bestimmt, zuversichtlich oder schwankend, und sie kann mehr oder weniger vollständig sein (es können sämtliche oder nur einige Töne im Klang als Mehrheit wahrgenommen werden): jedesmal wird das Nämliche auch von der gegenseitigen Unterscheidung gelten, sodass das Ergebnis in der einen und anderen Weise ausgedrückt werden kann.

Von der Wahrnehmung der Mehrheit als solcher unterscheiden wir aber weiter die besondere Wahrnehmung eines Einzelnen in der Mehrheit als einen hinzukommenden, nicht notwendig damit verbundenen Act. Dieser ist es, auf den wir

---

[1]) Mach, Zur Analyse der Tonempfindungen. Wiener Akad. 1885. Beiträge zur Analyse der Empfindungen. 1886.

[2]) Vgl. nun auch Husserl, Über den Begriff der Zahl, Hallenser Habilitationsschrift 1887, besonders S. 46. Auch Husserl fasst Mehrheit als eine besondere Relation und macht auf eine für den Zahlbegriff wesentliche Eigentümlichkeit dieser Relation gegenüber denen der Ähnlichkeit, Steigerung u. a. aufmerksam: den Begriff von Mehrheit können wir nicht ohne Reflexion auf den zusammenfassenden psychischen Act bilden, während wir die Begriffe von Gleichheit u. s. f. rein aus den Inhalten selbst gewinnen. Für unsren Zweck kommt dieser Unterschied jedoch nicht in Betracht.

im § 6 noch nicht hinreichend (nur vorübergehend) hingewiesen haben. Während bei der Analyse im ebenerwähnten engsten Sinne eine Mehrheit in ihrer Eigenschaft als Mehrheit erfasst wird, wird hier ein Einzelnes in seiner Eigenschaft als Glied einer Mehrheit erfasst. Gegenstand der Wahrnehmung ist ein Einzelnes, aber nicht in seiner Vereinzelung, sondern in seiner Umgebung, welche als Umgebung nebenbei miterfasst wird. So verhält es sich, wenn wir in einem Accord einen Einzelklang oder im Einzelklang einen Teilton besonders heraushören. Beim Erfassen einer Melodie ist dieses Besonders-Wahrnehmen sogar immer und notwendig vorhanden, und zwar wird der Regel nach der augenblicklich gegenwärtige Ton besonders wahrgenommen, während zugleich die jüngstvergangenen im Bewusstsein noch vorhanden sind, als von ihm unterschiedene frühere, als eine successive Mehrheit, in welcher der gegenwärtige ein Glied bildet. Wir können dieses besondere Wahrnehmen eines Einzelnen in der Mehrheit als Teilwahrnehmung bezeichnen. Speciell bei gleichzeitigen Tönen sprechen wir in solchem Falle von einem Heraushören.

Dieses trennen wir also von der blossen Analyse. Aber allerdings steht es zu derselben in nächster Beziehung und ist in Wirklichkeit vielfach mit ihr auf's Engste verflochten. Denn sobald wir versuchen, uns die Mehrheit „deutlich“ zu vergegenwärtigen, werden wir Teil um Teil besonders in's Auge oder Ohr fassen. Das Heraushören gibt uns eine Bestätigung dafür, dass wir uns in der Wahrnehmung einer Mehrheit nicht getäuscht haben, und bildet einen Beitrag zu dem, was man Verdeutlichung des Analysirten nennt. Insofern kann es zur Analyse im weiteren Sinne mitgerechnet werden. Wir kehren dann auch wol zu dem Ganzen als Ganzem zurück, ohne einzelne Teile weiter zu bevorzugen, und glauben nun die Mehrheit deutlicher zu bemerken, wie einer der an einem Bild zuerst nur einen Knäuel von Personen oder am Himmel einen Haufen leuchtender Puncte wahrgenommen, dann einzelne besonders betrachtet hat, und nun das Ganze wieder mit Einem ruhenden Blick übersieht.

Von dem Teilwahrnehmen, dem Heraushören ist wieder zu scheiden die Auffassung eines Ganzen unter dem Begriff eines seiner Teile, wie die Auffassung eines Klanges als eines Tones von der Höhe des Grundtones. Hier wird der Grundton nicht in der Mehrheit besonders wahrgenommen, es wird überhaupt keine Mehrheit wahrgenommen, sondern der gehörte Klang nur an diejenige Stelle der Tonreihe (mehr oder weniger deutlich, mit oder ohne Benennung der Stelle) verlegt, welche dem Grundton gebühren würde, wenn derselbe für sich allein gehört würde.

Nicht unbedingt gehört es zur Analyse, dass eine bestimmte Zahl von Empfindungen angegeben werden kann. Obschon auch dies bei einer „deutlichen“ Analyse möglich sein wird, und bei einer vollständigen und vollkommen deutlichen Analyse die angegebene Zahl auch mit der wirklichen Zahl der vorhandenen Empfindungen übereinstimmen muss, so bildet es doch einen vom Analysiren im engeren Sinn zu unterscheidenden Act. Dagegen schliesst natürlich umgekehrt das Zählen ein Analysiren (ja auch Teilwahrnehmungen) ein; wir können daher, wo eine bestimmte Zahl angegeben wird, dies als Beweis einer nach der Meinung des Redenden vollzogenen Analyse ansehen und, wo in einer Reihe von Fällen die Zahl mit der nach Beschaffenheit des äusseren Reizes zu erwartenden übereinstimmt, auch an den wirklichen Vollzug der Analyse in seinem Bewusstsein glauben.

Die Erkenntnis, welche Teile im Ganzen (Töne im Klange) enthalten sind, gehört insofern natürlich mit zur Analyse, als man eine Mehrheit von Teilen nicht als solche wahrnehmen kann, ohne jeden der Teile seiner Eigentümlichkeit nach aufzufassen, soweit dies zur gegenseitigen Unterscheidung notwendig ist. Aber schon das Verlangen, einen dieser Teile, wenn er sogleich darauf isolirt gegeben wird, wiederzuerkennen, würde eine neue Leistung, eine Vergleichung erfordern[1]), die

[1]) Die vielen neueren Untersuchungen über das „Wiedererkennen“ beachten nicht eine Mehrdeutigkeit des Ausdruckes. Zuweilen bedeutet

in der Analyse selbst nicht eingeschlossen ist. Doch gilt hiervon dasselbe wie vom Zählen: bei einer deutlichen Analyse wird diese einfache Leistung des Wiedererkennens immer ohne Schwierigkeit dazutreten können und, wo sie erfolgt, die beste und unentbehrlichste Controle abgeben, durch die man sich versichert, dass die Versuchsperson die Analyse vollzogen hat. Dabei bleibt nur das Eine zu beachten, dass die Analyse zuweilen erst nachträglich am Erinnerungsbild des Eindruckes in demselben Moment vollzogen wird, in welchem die isolirte Wahrnehmung des betreffenden nachträglich einzeln angegebenen Teiles stattfindet. Denn die letztere bildet zugleich ein wesentliches Hilfsmittel der Analyse.

Unter der Erkenntnis, welche Teile in einem Ganzen, welche Töne in einem Klang enthalten seien, kann aber auch verstanden werden die Benennung der analysirten bez. herausgehörten Töne gemäss ihrer absoluten Höhe durch Buchstaben oder sonstige Beschreibung. Diese Fähigkeit ist von der Analyse ganz und gar zu trennen. Wir wissen, dass sie überhaupt nur Wenigen, selbst unter den Musikalischen, eignet (I 305 f.). Eine Mehrheit von Tönen kann in einem Klang völlig deutlich wahrgenommen werden, ohne dass man die Töne zu benennen weiss. Nicht einmal das Nachsingen der wahrgenommenen Töne kann unbedingt als Beweis einer vollzogenen Analyse verlangt werden, da das Treffen eines Tones, dessen Höhe man ganz gut im Sinne haben kann, noch von besonderen Bedingungen, zumal von einem folgsamen Kehlkopf abhängt. Wiederum gilt aber auch von den beiden letzterwähnten Fähigkeiten der umgekehrte Schluss: wo ein Nachsingen oder gar ein Benennen der herausgehörten Töne in richtiger Weise stattfindet, da werden wir a fortiori auf eine deutliche Analyse schliessen dürfen.

---

er nur „wiederholtes Erkennen", und dann involvirt der Act keine Vergleichung. In anderen Fällen bedeutet er „Erkenntnis der Gleichheit oder gar der realen Identität eines Gegenwärtigen mit einem Vergangenen," und dann involvirt er natürlich eine Vergleichung.

§ 16. Aporien in Bezug auf die Analyse bei objectiv gleichzeitigen Tönen.

Ἔςι δὲ τοῖς εὐπορῆσαι βουλομένοις προὔργον τὸ διαπορῆσαι καλῶς.
Aristoteles Met. B zu Anfang.

1. Wird Empfindung durch Analyse verändert?

Hält man Umfrage, ob ein aus mehreren objectiven Tönen bestehender Klang, wie der Accord *ceg*, als Einheit oder Vielheit erscheine, so lautet die Antwort verschieden. In einer Gesellschaft von sechs Personen behaupteten beispielsweise einmal alle ausser dem Verfasser dieses Buches die Einheit. Man beziehe, meinten sie, den Klang vielleicht unter Umständen auf mehrere Instrumente als erzeugende Ursachen, aber er selbst als Sinneseindruck sei ganz einheitlich. Musiker dagegen behaupten meist eine Mehrheit von Tönen wirklich zu hören, und zwar nicht etwa abwechselnd bald den einen bald den anderen, sondern streng gleichzeitig.

Man wird aber auch finden, dass ein und derselbe Mensch seine Aussage verändert, oft unmittelbar nachher, oft in grösseren Zwischenzeiten, dass er insbesondere in einer und derselben objectiven Zusammensetzung von Tönen, die er zuerst nur als Einheit gelten liess, später eine Mehrheit von Tönen zu finden glaubt.

Es entsteht zunächst die Frage: ob nicht das Empfindungsmaterial wirklich einer Verschiedenheit bei verschiedenen Personen bez. einer Veränderung bei einer und derselben Person unterliegt. Vielleicht hört wirklich mein Nachbar nur einen einzigen unteilbaren Schall, ich aber einen geteilten, mehrfach gegliederten? Vielleicht tritt wirklich eine Umwandlung der Empfindungen in dieser Richtung während des Lebens ein?

Abgesehen von den allerersten Anfängen des Empfindungslebens, über die wir nur unbestimmte und vorwiegend deductive Vermutungen aufstellen können (§ 18 Schluss), abgesehen auch von der Degeneration der Organe im Alter und von pathologischen Zufällen müssen wir eine so wesentliche Veränderung

des Empfindungsinhaltes, wie sie hier vorausgesetzt würde, entschieden in Abrede stellen. Wenn sich auch Farbenblindheit und Ähnliches dafür anführen lässt, dass ein Teil der Menschheit den gleichen objectiven Eindruck wesentlich anders empfindet als die übrigen Menschen, so liesse sich doch keine Analogie entdecken für eine so durchgreifende, auffallende und plötzliche Umbildung der Sinnesempfindungen während des normalen Lebens des erwachsenen Individuums. Müsste ja oft während weniger Minuten eine solche Umbildung, eine gleichsam chemische Dissociation der in sich einheitlichen Empfindung *X* in die drei Empfindungen *c e g* stattfinden. Einige Minuten darauf, wenn die Analyse wiederholt werden soll, ist sie vielleicht wieder unmöglich, wird aber auch gleich wieder möglich durch grössere Concentration des Bewusstseins: in kürzester Frist müsste also das Gehirnorgan oder der Nervenprocess, von welchem die Qualität der Empfindungen abhängt, mehrmals derart umgestimmt werden, dass bei gleichem Reiz die Empfindung grundwesentlich verschieden ausfiele.

Grundwesentlich — denn wir müssten Ernst machen mit der Annahme einer in sich einheitlichen Empfindung. Wir dürften nicht an irgend eine unklare „Mischung" denken, wie etwa die Alten sich das Chaos vor der Welt, den *σφαῖρος* oder das *ὁμοῦ πάντα* dachten, in deren Einheit das Viele doch auf irgend eine dunkle Art schon vorhanden sein sollte: sondern die gegebene Empfindung bei einem Accord würde nichts weiter als eben Ein Ton sein, genau so einheitlich wie der Ton einer auf dem Resonanzkasten schwingenden Stimmgabel. Dagegen würde sich dieser Ton in Hinsicht seiner Qualität ungeheuer von allen einfachen Tönen unterscheiden. Er würde vollständig aus ihrer Reihe heraustreten. Denn welcher Ton wäre es, den wir hören, wenn auch nur zwei einfache Töne, *c* und *g*, zusammen angegeben werden? Etwa ein mittlerer, *es* oder *e*? Offenbar nicht. Überhaupt fällt kein einfacher Ton des gesammten Tonbereiches mit diesem Eindruck zusammen. Es kann also auch nicht einmal in dem Sinne von einem Mischton die Rede sein, wie Violet eine

Mischfarbe genannt wird, nämlich im Sinn einer Zwischenfarbe, die dem Rot und Blau gleichermassen ähnlich ist und, graphisch dargestellt, auf ihrer Verbindungslinie liegt. Der einheitliche Ton, welcher durch das objective *c* und *g* entstände, könnte nicht zwischen diesen beiden, könnte überhaupt nirgends auf der ganzen Tonlinie liegen. Wir müssten also geradezu eine zweite Dimension der Tonempfindungen annehmen; ja unbegrenzt viele, wenn dann zu den zweien ein dritter, vierter objectiver Ton u. s. f. hinzugefügt wird. Dies scheint aber dem Bewusstsein ganz und gar entgegen: alle Töne, die uns erscheinen, werden mit Notwendigkeit als Glieder einer einzigen eindimensionalen Reihe angesehen, als hohe, tiefe oder mittlere. Einen seitwärts liegenden Ton, einen Tonwinkel, ein Tonviereck u. dgl. gibt es so wenig wie eine seitwärts liegende Zeit und ein Zeitviereck. Wenn einige Forscher zur Versinnlichung des Eindrucks der Tonleiter das Bild einer Spirale benutzt haben, so beruht dies auf der Mitberücksichtigung der Consonanzverhältnisse neben der qualitativen Natur der Töne an sich, deren einfacher Fortschritt von der Tiefe zur Höhe damit nicht geleugnet sondern vielmehr anerkannt wird.

Factisch wird sich Derjenige, dem die Analyse eines Dreiklangs gelingt, nachdem sie unmittelbar vorher mislang, oft deutlich erinnern, dass das Tonmaterial, welches er vorher im Bewusstsein hatte, keineswegs ein qualitativ grundwesentlich anderes war als das jetzige (vgl. I 107).

Es wäre endlich nicht zu sagen, durch welche Mächte ein Durchbrechen jenes Ton-Sphairos bewirkt würde, wenn wir nicht irgend ein mythisches Neikos-Princip zu Hilfe nehmen wollen. Lediglich durch besseres Hinhören sollte die Empfindung verwandelt und so fundamental verwandelt werden?

Wir kommen also auch hier zu einem analogen Resultat, wie schon öfters in den vorherigen Untersuchungen: überall verändert Aufmerksamkeit, Übung und sonstige psychische Einflüsse im individuellen Leben wesentlich nur die A u f f a s s u n g der Empfindungen, die Empfindungen selbst nur ganz ausnahmsweise und in sehr geringem Masse. In erster Linie muss man

demnach jedenfalls die Unterschiede und Veränderungen, welche ein und derselbe objective Mehrklang für das Bewusstsein darbietet, auf Veränderungen und Unterschiede der blossen Auffassung zurückführen. Und wir können jetzt, von den nebensächlichen Ausnahmefällen absehend und das Empfindungsmaterial bei gegebenen objectiven Einwirkungen als identisch und unveränderlich voraussetzend, die Frage so stellen:

Werden bei gleichzeitiger Einwirkung mehrerer einfacher Wellen mehrere oder nur Ein Ton empfunden? Und wie erklärt sich im ersten Fall die Auffassung der Mehrheit als Einheit, im letzten Fall die Auffassung der Einheit als Mehrheit?

2. Disjunction der Theorien.

Die eben aufgestellte Alternative wird jedoch für die Discussion zweckmässig zu einer Dreiteilung erweitert. Dauert nämlich die Einwirkung der zusammengesetzten Schwingungen auf das Ohr eine hinreichende Zeit, um einen Wechsel mehrerer Empfindungen zu Stande kommen zu lassen, so ist offenbar auch diese Hypothese zu berücksichtigen: dass die einzelnen Töne nacheinander, in einem sogen. Wettstreit, gehört würden und dass nicht ihre Mehrheit sondern nur ihre Gleichzeitigkeit Täuschung wäre. Da wir die Frage ganz allgemein discutiren wollen, erhalten wir also drei coordinirte Annahmen: Es können bei Einwirkung einer zusammengesetzten Schwingung auf das Ohr während einer nicht allzukurzen Zeit entweder mehrere Empfindungen gleichzeitig oder nur Eine Empfindung oder mehrere Empfindungen nacheinander vorhanden sein. Natürlich ist auch nicht ausgeschlossen, dass unter gewissen Umständen der eine, unter anderen Umständen der andere Tatbestand vorliegt. Doch wollen wir jede der Annahmen zunächst unter der Voraussetzung betrachten, dass sie die allein gültige wäre. Es wird sich dann schon zeigen, ob sie unbedingt oder nur unter gewissen besonderen Umständen oder überhaupt nicht möglich ist. Wir nennen die erste kurz die Annahme der Mehrheit oder I, die zweite die Annahme der Einheit oder II, die dritte die Annahme des Wettstreits oder III, und suchen im Folgenden jede

derselben zu erläutern und in einer vorläufigen Weise durch die gleichsam auf der Hand liegenden Motive zu stützen, dann aber auch die Gegengründe möglichst scharf zu formuliren, welche gegen jede vorgebracht werden können.

3. Erläuterung und Begründung der Mehrheitslehre (I).

Die Annahme der Mehrheit erscheint wol den Meisten als die nächstliegende und leichtestverständliche. Dass in vielen Fällen und besonders bei Ungeübten die Täuschung eines einheitlichen Tons entsteht, wird man durch Hinweis auf die Masse der Empfindungen erläutern, die wir durch die Temperatur der Umgebung, die Berührung der Kleider, das Atmen und andre organische Processe beständig zugleich empfangen: auch dieser ganze Empfindungscomplex wird nur in Ausnahmefällen, bei ausdrücklicher Zuwendung der Aufmerksamkeit und sonstigen günstigen Bedingungen analysirt, und selbst dann nur bruchstückweise. Das Gleiche gilt von der Menge der seitwärts und der doppelt gesehenen Objecte, die bekanntlich die weit überwiegende Mehrzahl der Gesichtsempfindungen ausmachen.

Die Annahme kann in verschiedener Weise näher durchgeführt werden: entweder bilden die gleichzeitigen Töne ursprünglich für die Auffassung eine Einheit und werden bei fortschreitender Übung mehr und mehr zergliedert, oder es ist umgekehrt die Vielheit das Ursprüngliche und wir gewöhnen uns mehr und mehr, gewisse Gruppen als Einheiten anzusehen, wofür sich ebenfalls Analogien finden, oder endlich beiderlei Processe finden neben einander statt, jeder unter seinen besonderen Umständen und Bedingungen. Diese verschiedenen Möglichkeiten sind bei der Prüfung im Auge zu behalten.

Zur Begründung des allgemeinen Teils der Annahme bieten sich vor Allem die bestimmten Aussagen der Musiker (darunter immer nicht blos Fachmusiker sondern Musikalische verstanden). Mir wenigstens ist noch kein wirklich musikalischer Mensch vorgekommen, der an der Mehrheit der Töne in einem Accord gezweifelt hätte. Und gewiss bedarf es starker Gegengründe, um die ganze harmonische und polyphone Musik auf

einen Irrtum zurückzuführen. Ganz unsinnig wäre freilich der Versuch von vornherein nicht. Der aesthetische Genuss gründet sich in mancher Beziehung auf Täuschungen, nicht blos gegenüber der objectiven Welt sondern selbst gegenüber unsren eignen Empfindungen; wenn diese Täuschungen nur regelmässig und zwingend genug sind. Ehe jedoch ein solcher Nachweis in unsrem Fall erbracht ist, hat die Annahme I von dieser Seite her die Praesumption für sich.

4. Erläuterung und Begründung der Einheitslehre (II).

Die Annahme der Einheit hat zunächst, um auch nur verständlich zu sein, zu zeigen, wie die Täuschung der Mehrheit zu Wege kommt. Dazu bieten sich indes die Gesetze der Association. Die einheitliche Tonempfindung, welche nach dieser Annahme durch den Anschlag der Tasten *c e g* hervorgerufen wird, hat der musikalische Mensch oft genug selbst auf diesem Wege erzeugt und dabei vielfach auch den Ton wahrgenommen, welchen jede der Tasten einzeln gibt. Jetzt ruft jener einheitliche Eindruck die Erinnerung an die drei Töne wach. Es ist also die sogen. Analyse hiernach nicht eigentlich ein Heraussondern ein Hineinhören, noch genauer ein Hineinphantasieren oder Hineindenken auf Grund von Erfahrungen.

Dass solches Hineindenken bei unsren Wahrnehmungen eine grosse Rolle spielt, bedarf kaum der Erwähnung. Eigenschaften eines Dings, die nicht dem Gesichtssinn angehören, werden zur Gesichtsempfindung hinzugedacht u. s. f. Wir würden hier auch nur einen neuen merkwürdigen Beleg haben, wie durch eine subjectiv irrige, den Empfindungen widersprechende Auffassung objectiv richtige Urteile zu Stande kommen, wie Erfahrung den Irrtum des Sinnes corrigirt.

Für diese Annahme II sprechen vor Allem die Aussagen von Nichtmusikern und ihre grosse Unfähigkeit, die in einem Klang enthaltenen Töne zu erkennen: man möchte bei der auffallenden Ausdehnung letzterer Erscheinung versucht sein, diese objectiv falschen Urteile für die subjectiv richtigen und ihre objective Falschheit aus dem Mangel jener corrigirenden Erfahrungen zu erklären.

Es würde sich ferner aus der Annahme II begreifen, warum wir Farbenmischungen nicht ebenso sicher wie Tonmischungen analysiren: eine und dieselbe Mischfarbe kann aus vielen ganz verschiedenen Verbindungen zweier oder mehrerer Farben resultiren, Weiss aus Scharlachrot und Grünblau, aber auch aus Gelb und Ultramarinblau u. s. f. Daher kann sich nicht eine feste Association zwischen Weiss und zwei oder drei ganz bestimmten anderen Farben bilden. Bei Tönen gibt dagegen jede andere Combination auch einen anderen Klang.

Es könnte endlich für diese Annahme geltend gemacht werden, dass ein Zusammenklang doch stärker klinge als jeder seiner Componenten für sich allein. Wenn wir diese gesondert empfinden, sei es gleichzeitig sei es nacheinander, so sieht man nicht ein, wie die Intensitäten derselben sich summiren sollen. Gibt es doch überhaupt keine Summation von Empfindungsstärken als solchen (nur eine von empfindungserzeugenden Processen). Wenn dagegen der Summe der gleichzeitigen Tonreize immer Eine Empfindung entspricht, so ist es natürlich, dass sie unter sonst gleichen Umständen stärker ausfällt bei dreien als bei Einem Tonreiz.

5. Erläuterung und Begründung der Wettstreitslehre (III).

Die Annahme des Wettstreits endlich, wonach wir beim Dreiklang, aber auch beim Einzelklang die Teile immer nur abwechselnd hören, hat ebenfalls ihre Analogien. So zeigt bekanntlich, wenn man mit dem rechten Auge durch ein blaues, mit dem linken durch ein gelbes Glas sieht, das gemeinsame Gesichtsfeld bald diese bald jene Farbe, oder auch teilweise diese teilweise jene, aber auch dann in der Verteilung unruhig wechselnd. Zuweilen tritt hier allerdings, wie es scheint, auch eine Mischung, eine Zwischenfarbe auf, während beim Hören Zwischentöne, wie schon erwähnt, sich nicht bilden. Auch würde der Wettstreit beim Hören nicht blos zwischen beiden Ohren, sondern schon zwischen den Tönen in einem Ohr stattfinden. Doch fehlen Analogien hiefür beim Auge nicht ganz[1].

[1] Vgl. den von Plateau zuerst beobachteten Wettstreit der Nachbilder (Rot-Grün-Rot-Grün etc.). Pogg. Ann. Bd. 32 S. 550. Fechner,

Einfluss der Aufmerksamkeit wird auch dort behauptet, müsste aber jedenfalls beim Ohr viel stärker und häufiger sein. So würde sich das Heraushören und die individuellen Unterschiede in dieser Hinsicht erklären; vorgängige besondere Erfahrungen über die Klangzusammensetzung wären nicht unbedingt erfordert.

Die Täuschung der Gleichzeitigkeit würde man hauptsächlich ebenfalls dadurch erklären, dass es jederzeit in unsrem Belieben stände, den einen oder anderen Teilton zu hören; wodurch die Meinung entstehen kann, dass sie alle ununterbrochen zugleich da wären[1]). Ausserdem könnte die Abwechslung so rasch vor sich gehen, dass man nachher beim Zurückdenken an das Gehörte den Eindruck der Gleichzeitigkeit erhielte. Dass es überhaupt möglich ist, Aufeinanderfolgendes für gleichzeitig zu nehmen, lehren die nach BESSEL's Vorgang in mannichfacher Weise wiederholten Beobachtungen über Zeitverfluss zwischen anscheinend gleichzeitigen Wahrnehmungen verschiedener Sinne[2]).

Für III. spricht schon der Umstand, dass die Wahrheit nach dem Sprichwort in der Mitte liegt: nach I wäre die Wahrnehmung einer gleichzeitigen Mehrheit völlig richtig, nach II völlige Täuschung, nach III wäre die Gleichzeitigkeit Täuschung, die Mehrheit aber richtig. So behält auch der Musiker und der Nichtmusiker, jeder zur Hälfte, Recht, und begreifen sich gemäss obiger Andeutung die individuellen Unterschiede. Es liesse sich endlich auf gewisse specielle Erscheinungen hinweisen, wie auf die Unruhe, die sich oft in einem Klange

---

Über einige Verhältnisse des binocularen Sehens. Sächs. Ges. d. Wiss. 1860. S. 399. Die mosaikartige Verteilung zweier Farben in Folge der übergreifenden Zerstreuungskreise bei Kurzsichtigen, welche ich selbst beobachtet und als monocularen Wettstreit bezeichnet habe (Ursprung der Raumvorstellung 257), lässt sich hier weniger gut heranziehen, weil nicht so sehr der Wettstreit selbst als das ruhende Ergebnis eines (vielleicht blos physiologischen) Wettstreits vorliegt.

[1]) Vgl. MILL's Theorie der „permanenten Möglichkeiten der Empfindung", worin die Annahme fortbestehender objectiver Dinge aus einem analogen Fehlschluss zu erklären versucht wird.

[2]) HERMANN's Handb. II 2. S. 256 f.

merklich macht, das Überwiegen gewisser, besonders hoher Töne, welches dem Überwiegen gewisser Farben im Wettstreit entspräche, und die häufige Anwendung gebrochener Accorde, welche nichts Anderes wäre als eine in bestimmter Ordnung vorgeschriebene Ausführung desselben Processes, der sich beim gleichzeitigen Anschlag von selbst vollzieht, und welche zugleich zu beweisen scheint, dass die Wirkung der Harmonie nicht an wirkliche Gleichzeitigkeit geknüpft ist.

6. Historischer Überblick.

Aristoteles discutirt zuerst die Frage nach der Möglichkeit mehrerer gleichzeitiger Empfindungen, und bevorzugt unter den Beispielen gerade die Tonempfindungen (*περὶ αἰσθήσεως καὶ αἰσθητῶν* c. 7). Man könne Mehreres nur zugleich empfinden, wenn es sich mische. So mischten sich hoher und tiefer Ton in der Consonanz. Dagegen könne sich Verschiedenes der Gattung nach, wie Weiss und Süss, nicht mischen, und sei darum nicht gleichzeitig empfindbar. Man kann diese Äusserungen wegen des eigentümlichen Begriffes der Mischung unter die Einheits- wie unter die Mehrheitslehre subsumiren, in beiden Fällen mit wesentlicher Einschränkung. Auch ist zu beachten, dass Aristoteles Empfindung und Wahrnehmung nicht scheidet. Interessant ist, was dann über den Wettstreit gesagt wird (p. 448, a, 19): Einige behaupteten, die Töne kämen beim Zusammenklang nur scheinbar zugleich, indem man die bei ihrem Wechsel zwischenliegende Zeit (d. h. wol die Zeit vom Verschwinden eines Tons bis zu seinem Wiederauftauchen, die durch die anderen Töne ausgefüllt ist) nicht wahrnehme. Es sei aber nicht möglich, eine Zeit nicht wahrzunehmen.

Dann scheint die Frage erst in neuerer Zeit wieder selbständig behandelt worden zu sein. Condillac (Traité de sensations, in Johnson's Übersetzung S. 61 f.) ist für die Mehrheit, hält es aber nicht für wahrscheinlich, dass man eine solche erkennt, ehe man die einzelnen Töne vorher für sich gehört hat, und stellt geradezu das Prinzip auf, dass wir an den Sinneseindrücken nur das analysiren, was wir vorher für sich allein wahrgenommen haben. Selbst Töne und Gerüche müssten vorher zusammenfliessen, d. h. als Einheit aufgefasst werden.

Johannes Müller (Handbuch der Physiologie, 1840, II, 472 f.) schreibt dem Ohr die Fähigkeit zu, „die durch gleiche Intervalle getrennten Maxima der Stösse zwischen den übrigen Stössen wahrzunehmen“ (unter den Stossmaxima versteht er die relativen und absoluten Maxima der Amplitude in einem combinirten Wellensystem, unter den gleichen Intervallen die Distanzen der von Einer und derselben elementaren Tonschwingung herrührenden Maxima), und vergleicht den Process mit der Analyse einer zusammengesetzten Figur, in welcher sich verschiedene Figuren durchkreuzen: „sie kommen alle zugleich zur Anschauung, aber es hängt auch von der Vorstellung ab, welche Impression augenblicklich die lebhafteste ist.“ Bei dem ersten der angeführten Sätze könnte man an Wettstreit denken, da die Maxima aufeinanderfolgen; die erläuternde Analogie aus den Gesichtswahrnehmungen spricht dagegen für die Mehrheit; und diese war wol Müller's eigentliche Meinung. Von der Wahrnehmung der Wellenmaxima kann ja ohnedies nicht im wörtlichen Sinne die Rede sein.

Harless (Wagner's Handwörterb. der Physiol. IV 429, 435 f.): „Häufig wird angenommen, dass das Ohr im Stande sei, mehrere Töne gleichzeitig und getrennt von einander zur Perception zu bringen. Theoretische Bedenken und praktische Erfahrungen an mir und anderen nicht musikalisch Gebildeten lassen mich daran zweifeln.“ Doch scheint er auf das Letztere kein entscheidendes Gewicht zu legen. In der Ausführung der theoretischen Bedenken, die sich auf die Beschaffenheit der zusammengesetzten Schwingungen gründen, kommt er auf J. Müller's Ansicht zu sprechen, findet aber, dass der psychischen Thätigkeit jeder Anhaltspunct des Raisonnements (der Aussonderung bestimmter Maxima im Wellenzuge) fehle. Schliesslich führt die gründliche, aber etwas gewundene Überlegung doch, soviel ich verstehe, zur Mehrheit der Tonempfindungen, vorausgesetzt, dass sich auch ein physikalischer Apparat im Ohr annehmen liesse, „durch welche der eine Ton an diesem, der andere an jenem Puncte vorwiegend resonirt bestimmten Nervenfasern übergeben wird“, in welcher Hinsicht er auch bereits auf das Corti'sche Organ hindeutet (446).

Zwei Psychologen Herbart'scher Richtung sprachen für die

Einheit. TH. WAITZ (Grundleg. der Psych., 1846, S. 105): „Werden die Töne c und e auf einem Clavier zusammen angeschlagen, so empfangen dadurch alle Fasern des Hörnerven einen gemischten Reiz, der durch die Empfindung und ihre Perception ursprünglich gar nicht zerlegt werden kann in seine Teile.“ Ähnlich „Psychol. als Naturwissensch.“, 1849, § 13, mit der Begründung, dass wir überhaupt nur Eine Vorstellung auf einmal haben können. F. VOLKMANN (Grundriss der Psych., 1856, S. 110): „Die Empfindungen sind nicht zuerst isolirt und sollen dann vereinigt werden, sondern sie sind gleich von Anfang her gleichzeitige Intensitäten desselben Wesens und durchdringen einander auf allen Puncten.“ Es ist zwar hier öfters nur von „ursprünglicher“ Einheit die Rede, aber in Consequenz der Begründung scheint Einheit überhaupt zu liegen.

LOTZE (Med. Psych., 1852, 267 f.) versteht auch HARLESS dahin, dass wir ursprünglich eine einzige einfache Empfindung hätten, und polemisirt gegen diese Annahme. Man könne nicht angeben, worin solche Empfindung bestehen sollte. Auch sei die Aufmerksamkeit nicht im Stande, etwas wirklich Einheitliches zu zerlegen; sie könne nur vorhandene Verschiedenheiten schärfer beleuchten. Verschiedene Töne würden also bereits ursprünglich als verschiedene zugleich empfunden, ohne qualitative Verschmelzung zu einem Totaleindruck, ebenso wie auch gleichzeitig erfasste (nebeneinander befindliche) Farben im Gesichtsbild nicht ursprünglich als ein Grau gesehen würden. Die Töne könnten nur etwa ursprünglich weniger deutlich gesondert und ihre Manichfaltigkeit weniger vollkommen überblickbar sein. Ebenso Mikrokosmus[2] I 235: „Am wenigsten dürften wir annehmen, dass in irgend einem frühen Alter die Farbenpuncte für das Auge, die Töne für das Ohr nur ein unterschiedsloses Gemisch darböten, aus welchem erst die wachsende Aufmerksamkeit die einzelnen Elemente schiede. Denn weder einen Beweggrund würde diese, noch eine Regel des Scheidens haben, wenn nicht der Eindruck verschiedenartige Bestandteile schon erkennbar darböte, zwischen denen sie die Teilstriche wol vertiefen und zuschärfen, aber da nicht ziehen kann, wo sie durch keine Andeutung vorgezeichnet sind.“ In ähnlichem Sinne, aber nicht ganz so entschieden, äussert er sich in der Metaphysik, 1879, S. 514 f.

über den „Chemismus" der Empfindungen: sie schmelzen nicht zusammen, nur der Act ihrer Unterscheidung fehlt. Aber manche uns vollkommen einfach scheinende Empfindung, selbst eine Farbe, könnte mit der Zeit noch auf diesem Wege „dissociirt" werden.

Helmholtz, dem die Frage besonders wegen der Bedeutung der Obertöne für den Zusammenhang seiner Theorie wichtig wurde, statuirte Mehrheit (Pogg. Ann. Bd. 99 und 108, dann „Lehre von den Tonempfindungen", 1863, und „Populär-wissenschaftl. Vorträge"). Die einheitliche Auffassung erklärt er aber in der letzten, vierten Auflage der „Tonempfindungen" (1877) anders als früher, nämlich nicht mehr als Resultat einer Gewöhnung, sondern als das Ursprüngliche, und die Zerlegung als ein späteres Ergebnis psychischer Kräfte. Da wir im folgenden Paragraphen eingehender hierüber handeln müssen, genüge die kurze Anführung.

Fechner (El. II 272) neigt auf Grund eigener Beobachtung (er rechnet sich zu den Unmusikalischen) zur Einheitslehre, constatirt aber den bestimmten Widerspruch Musikalischer, wie Hauptmann's, den er ausdrücklich befragte, und Helmholtz'. In der Abhandlung „Über einige Verhältnisse des binocularen Sehens", Sächs. Akad., 1860, S. 542, bespricht er speciell die Frage, ob die Eindrücke beider Ohren Eine Empfindung geben, und erwähnt die Hypothése eines raschen Wechsels, verwirft sie aber, weil der Gesammteindruck eines zweiohrig gehörten Tones entschieden stärker sei, als der des objectiv gleichen, nur von Einem Ohre vernommenen Tones. Es müssen sich, schliesst er, die Töne beider Ohren zu einem gemeinsamen Eindruck combiniren. Nur ein Wettstreit der Auffassung finde Statt; man könne nicht beiden Ohren zugleich seine Aufmerksamkeit schenken.

Rinne (Zeitschr. für rationelle Medicin von Henle und Pfeuffer, Bd. 24, 1865, S. 39) polemisirte gegen Helmholtz: die vielen Empfindungen müssten doch innerhalb der Seele zu einem räumlich ungetrennten, rein intensiven Zustande zusammenfliessen und ihre Trennung dann erst auf eine vielleicht weniger leicht nachweisbare Weise vor sich gehen. Also Einheit, wenigstens ursprünglich. Schon an der Ausdrucksweise ist der Einfluss von Lotze's Localzeichen- und Herbart's Seelentheorie ersichtlich.

In meiner Schrift „Über den psychol. Ursprung der Raumvorst.“, 1873, vertrat ich S. 130—34 bezüglich der Töne die strenge Einheitslehre als Consequenz des Condillac'schen Princips, welches durch die Erfahrung allgemein bestätigt werde, und mit der oben wiedergegebenen Ausführung über die Entstehung des Scheines einer Vielheit; doch nicht ohne anzudeuten, dass noch manche Schwierigkeit in der Sache liege.

G. E. Müller erhob in seiner Dissertation „Zur Theorie der sinnlichen Aufmerksamkeit“, 1873, S. 24 f., eine ganze Reihe von Einwänden gegen die bezügliche Helmholtz'sche Lehre, und kam ebenfalls auf die Einheitslehre zurück (die Teiltöne bilden „gewissermassen mit Aufgabe ihrer selbständigen Existenz gemeinsam eine einzige neue Empfindung“; der Klang ist die „psychische einheitliche Resultante gleichzeitiger Nervenreize“).

Die neuesten Schriften deutscher Philosophen huldigen meist noch der älteren Helmholtz'schen Ansicht (vgl. Lipps, Psychol. Studien, 1885, S. 36; wol auch B. Erdmann, Viertelj.-Sch. für wiss. Phil. X 400, wenn er von „Association“ der Obertöne mit dem Grundton als Grund der Nichtunterscheidung spricht). Ebenso Physiologen, selbst Hensen, der Bearbeiter der ganzen Tonlehre in Herm. Hdb. III, 2, 126 f.: „Wir dürfen wol annehmen, dass eine der zum Ohr gehörenden Sinnesflächen im Centralorgan die Teiltöne zu Gruppen vereint, zuweilen (Composition der Vocale durch Stimmgabeln) wider besseres Wissen, aber entsprechend den empirisch entweder früher oder mit Hilfe anderer Sinnesorgane gleichzeitig als einheitlich erkannten Klangquellen. Man darf vermuten, dass ein von Geburt tauber Mensch, geheilt, in ähnlicher Weise das Hören lernen müsste, wie wir wissen, dass geheilte Blinde das Sehen lernen.“

Kürzlich behauptet aber wieder Th. Löwy, „Die Vorstellung des Dinges auf Grund der Erfahrung“, 1887, S. 200: „Kein nichtsichtbarer Inhalt ist mit einem anderen nichtsichtbaren Inhalt oder mit einem sichtbaren Inhalt in einem Nebeneinander gegeben... Ein Mehrklang von Tönen z. B. ist eine Zeitfolge oder eine eigene Bestimmtheit, gibt aber keine Gleichzeitigkeit der Töne in der Wahrnehmung.“ So einfach dogmatisch hingestellt, ist die Behauptung freilich wertlos.

7. Bedenken gegen die Mehrheitslehre.

Vergegenwärtigen wir uns nun, was gegen jede der drei Annahmen, und damit jedesmal für die beiden anderen zusammengenommen (alternativ) in's. Gewicht fällt.

Gegen die Mehrheitsansicht könnten zwei allgemeine Bedenken gerichtet werden[1]):

a) Gleichzeitige Empfindungen Eines Sinnes können, wie die Erfahrung an allen anderen Sinnen lehrt, nur dann in Mehrzahl vorhanden sein, wenn sie verschieden localisirt sind: so Farben, Tasteindrücke, Geschmäcke, Temperaturen u. s. w. Warum sollte das Gehör hierin eine Ausnahme machen? Da nun die gleichzeitig demselben Ohr zukommenden Töne offenbar nicht verschieden localisirt werden, da nicht der eine rechts unten, der andere links oben u. s. f. erscheint, so wird es nicht möglich sein, zwei verschiedene Töne gleichzeitig mit demselben Ohr zu empfinden. „Vielheit", sagt bereits Schopenhauer, „ist nur als Nebeneinander oder als Nacheinander vorstellbar".

b) Es ist schwerer, gleichzeitig zum Ohre dringende Töne zu unterscheiden als aufeinanderfolgende. Wenn aber die objectiv gleichzeitigen wirklich auch im Bewusstsein gleichzeitig wären, so sollte man das Umgekehrte erwarten. Zwei Sinneseindrücke werden in irgend einer Beziehung um so leichter beurteilt, je weniger sie sonst differiren. So werden z. B. zwei Töne hinsichtlich ihrer Stärke um so leichter verglichen, je weniger sie der Höhe nach auseinanderliegen (I 348). So legt auch der Geometer, der zwei Linien vergleichen will, sie aufeinander, d. h. er hebt, um die Grössenunterschiede zu ermitteln, die Ortsunterschiede auf. Dasselbe muss von den Zeitunterschieden

---

[1]) Ich entnehme dieselben wie auch Einzelnes in der voraufgehenden Motivirung der entgegenstehenden Anschauungen einer mündlichen und schriftlichen Discussion mit Fr. Brentano, der sich auch in Vorlesungen eingehend mit der Frage zu beschäftigen pflegt und in der angekündigten „Descriptiven Psychologie" seine positiven Anschauungen darüber formuliren wird, über die ich vorläufig nicht hinreichend unterrichtet bin. Soviel steht ihm fest, „dass, wie beim Gesicht, auch bei jedem anderen Sinn das von einer Qualität occupirte Empfindungsfeld allen anderen derselben Gattung gleichzeitig verschlossen ist".

gelten. In der That ist die Wahrnehmung qualitativer Unterschiede aufeinanderfolgender Töne um so leichter und genauer, je geringer die Zeitunterschiede (I 229). Hieraus scheint aber unmittelbar zu folgen, dass sie dann am leichtesten und genauesten sein müsste, wenn gar kein Zeitunterschied stattfände, wenn beide Töne gleichzeitig im Bewusstsein wären. Also müssen wir, scheint es, annehmen, dass die Gleichzeitigkeit der Töne subjectiv nicht vorhanden ist, dass vielmehr statt des erleichternden erschwerende Umstände für die Analyse eintreten; wie dies nach beiden anderen Theorien der Fall ist.

8. Bedenken gegen die Einheitslehre.

Gegen diese Anschauung lässt sich Folgendes anführen:

a) Wir machten gegen die Annahme, dass die Tonempfindung bei gleichen Reizen sich als Empfindung dissociiren könne, geltend, dass die dabei vorausgesetzte ursprüngliche Empfindungseinheit nicht in der eindimensionalen Tonlinie Platz fände (S. 10 f.). Wenn nun die Empfindung nicht blos ursprünglich und bei Unmusikalischen oder Unaufmerksamen, sondern sogar überall und allezeit eine Einheit wäre und bliebe, so würde dasselbe Bedenken wiederkehren, das Tonreich müsste eine Menge qualitativer Dimensionen haben, was dem sinnlichen Eindruck widerspricht.

b) Ein gewandter Akustiker vermag oft auch Klänge, welche er nie gehört oder über deren objective Zusammensetzung er wenigstens noch keine Erfahrung gesammelt hat, durch das blosse Gehör zu analysiren. Hierunter ist ja nicht das Erraten der an einem Zusammenklang beteiligten Instrumente zu verstehen, sondern die Wahrnehmung der Componenten, seien sie von gleicher oder ungleicher Stärke und Wirkungen eines oder mehrerer Instrumente. Ich und Jeder, der sich mit akustischen Studien viel beschäftigt hat, kann Teiltöne in vorher unbekannten musikalischen oder akustischen Instrumenten heraushören. Auch bei Instrumenten, die der Art nach bekannt sind, wie dem Clavier, zeigt jedes einzelne Instrument und wieder fast jeder einzelne Klang desselben in Hinsicht der Teiltöne seine Eigenheiten, welche beim erstmaligen Hören, sobald nur Zeit

zum Aufmerken und den etwa damit verbundenen organischen Processen gegeben ist, sich dem Gehör offenbaren. Ebenso sind nie gehörte Zusammenklänge analysirbar, wenn sie nur nicht zu complicirt sind und die einzelnen Töne nicht zu nahe aneinanderliegen. Ja es wird auf die sofortige Analyse solcher neuen Zusammensetzungen beim Musikhören in der ausgedehntesten Weise gerechnet. Denn wenn auch eigentliche neue Accordbildungen selten eingeführt werden, so entstehen doch in Folge der Durchgangs- und Vorhaltstöne, der Verzierungen aller Art beständig schon bei simplen Melodien, die sich frei über harmonischer Begleitung bewegen, genug neue unerhörte Toncomplexe. Jeder einigermassen Musikfähige hat trotzdem keine Mühe, die Melodie und selbst die wichtigsten Glieder der Harmonie herauszuhören. Nach der Annahme II würden hier lauter neue einfache und eigenartige Tonerscheinungen vorliegen, und die Anhaltspuncte zum Hineindenken, worin ja die Analyse bestehen müsste, würden fehlen.

c) Ein Umstand, aus dem Helmholtz folgerte, dass die Obertöne nicht das Werk der Phantasie seien, steht auch ihrer Herleitung aus der Erfahrung in der Weise von II entgegen (wobei sich's ja eben um eine durch Erfahrung geleitete Phantasie handeln würde): Wer harmonische Obertöne vernimmt, vernimmt sie mit voller Bestimmtheit und Regelmässigkeit in reiner „natürlicher“ Stimmung, z. B. den fünften Teilton des C, nämlich e^1, etwas tiefer als das temperirte e^1 des Claviers, den sechsten, g^1, etwas höher als das g^1 des Claviers, den siebenten merklich tiefer als b^1. Wer überhaupt Obertöne wahrnehmen kann — und ich möchte glauben, dass es fast Jedem bei einiger Übung gelingt — unterliegt in dieser Hinsicht einem unbedingten Zwang; er kann sie nicht um das Geringste höher oder tiefer hören. Aber nicht blos diese starre Bestimmtheit der Teiltöne überhaupt wäre unbegreiflich, wenn ihre Wahrnehmung nur ein Hineindenken gemäss den vielfachen Gedächtnisbildern wäre, und nicht blos müsste man dann einen besonders massgebenden Einfluss unmittelbar vorangehender Eindrücke auf die Stimmung des Teiltons erwarten, der sich nicht

findet: sondern man müsste geradezu eine durchschnittliche Neigung erwarten, die Obertöne temperirt vorzustellen. Zum Mindesten dem Gedächtnis von Clavierspielern würde sich keine andere Stimmung gleichstark einprägen können. Die Thatsachen lehren, dass das frischeste und deutlichste Gedächtnisbild hier einflusslos ist; der Oberton erklingt eigensinnig in seiner mathematisch notwendigen Stimmung und der Unterschied zwischen dieser und der unmittelbar vorher gehörten temperirten Stimmung tritt erst recht deutlich hervor.

Man könnte erwidern: die aus reinen natürlichen Intervallen bestehenden Accorde seien angenehmer als die temperirten. Das Gefühl nun, welches ein Klang mit harmonischen Teiltönen erwecke, sei dem des reinen Accords ähnlicher als dem des temperirten, und so hätten wir an diesem uns bekannten Gefühl einen Anhaltspunct, reine Quinten und Terzen in den einheitlichen Klang ebenso hineinzuhören wie in den Accord, dessen Entstehung wir durch Erfahrung kennen.

Doch dieser Zusatz hilft nicht viel weiter. Die Meisten haben überhaupt noch keinen reinen Dreiklang gehört, selbst wenn wir von der idealen Reinheit absehen und nur von dem für das musikalische Gehör erreichbaren Maximum der Reinheit reden. Aber mag Einer viele oder wenige oder keine reinen Dreiklänge gehört haben: für das Erkennen der Obertöne macht dies keinen Unterschied. Es müsste aber nach jener Theorie einen Unterschied machen. Ferner haben wir die sogen. natürliche Septime, das Verhältnis 1:7 bez. 4:7, in der harmonischen Musik niemals oder nur zufällig bei abweichender Intonation gehört, da das Intervall in unsrem Musiksystem keine Anwendung findet, und so kann uns das bezügliche Gefühl auch nicht daher vertraut sein: gleichwol wird gerade der siebente Teilton am Clavier meist besonders deutlich und in seiner Stimmung ganz bedeutend von dem der nächstliegenden Taste (der kleinen Septime) abweichend vernommen. Endlich hört der Geübte noch viele andere höhere Teiltöne, unter Umständen den 20., ja 26. (den ich z. B. am B_1 eines Pianino so stark fand, dass er sich zuerst mitten im Spielen unwillkürlich

der Beachtung aufdrängte); für welche unmöglich besondere Erfahrungen über die entsprechenden Zusammenklänge und deren Gefühlscharaktere vorliegen können, zumal viele davon wiederum in der heutigen Musik ungebräuchlich sind (Obertöne der Glocken, der Glasinstrumente, der Stimmgabeln unmittelbar nach dem Anschlagen, und höhere Obertöne aller anderen Instrumente).

d) Durch die Veränderung des Phasenunterschiedes zweier Tonwellen, wie sie erfolgt, wenn eine derselben mit verschiedener Zeitdifferenz gegenüber der anderen beginnt, werden in der Form der Gesammtwelle nicht weniger eingreifende Veränderungen erzeugt, als durch die Veränderung des Längenunterschiedes, der dem Höhenunterschied der Töne entspricht. Aber während im letzteren Fall entsprechende Veränderungen in der Beschaffenheit des Klanges resultiren, ist die Veränderung der Phasendifferenz und damit diese selbst einflusslos. Dies ergibt sich im Allgemeinen schon aus der täglichen Erfahrung, ist aber (da sich gegen deren Beweiskraft noch Einiges einwenden liesse) von Helmholtz noch mit sinnreichen genauen Vorrichtungen nachgewiesen und für die Lehre vom Zustandekommen der Gehörempfindungen mit Recht sehr in den Vordergrund gestellt worden.

Nehmen wir an, dass jede einfache Welle (Sinusschwingung) die ihr entsprechende besondere Tonempfindung erzeugt, unabhängig von der anderen und ungestört durch sie, so wird der Gesammtcharakter des Empfindungsinhaltes nur von der Stärke und Länge der Teilwellen abhängen, deren Phasenunterschied hingegen einflusslos sein. Ist die durch ein zusammengesetztes Wellensystem erzeugte Empfindung dagegen eine einfache, so muss man erwarten, dass alle bedeutenderen Veränderungen in der Wellenform auch die Empfindung verändern. Die Erfahrung entscheidet also für die erstere Annahme.

Zwar hat R. König (Wied. Ann. XIV, 1881, S. 374 f.) nach Untersuchungen mit der von ihm construirten Wellensirene einen Einfluss der Phasenveränderung dennoch behauptet; wenn auch nur geringere Unterschiede des Klanges, ähnlich etwa den

Klangfarbenunterschieden auf einem und demselben Instrument oder beim Aussprechen desselben Vocales von Seiten verschiedener Menschen, dadurch bedingt sein sollen. Es gibt aber kaum einen Weg, dies mit den erwähnten Tatsachen zu vereinigen, als die Annahme, dass in Folge oder zugleich mit der Phasendifferenz hier auf irgend eine Weise im Ohr Unterschiede der Obertöne erzeugt wurden. Höchstens könnte man noch daran denken, dass neben den Einzelschwingungen doch auch die Gesammtschwingung als solche einen gewissen Einfluss hätte, indem sie mit einem Teil ihrer lebendigen Kraft etwa auf andere Perceptionsorgane innerhalb des Ohres wirkte. Weitere theoretische und experimentelle Untersuchungen hierüber sind erforderlich, können aber an dem Wesentlichen der obigen Tatsache und der daraus gezogenen Folgerung nichts ändern.

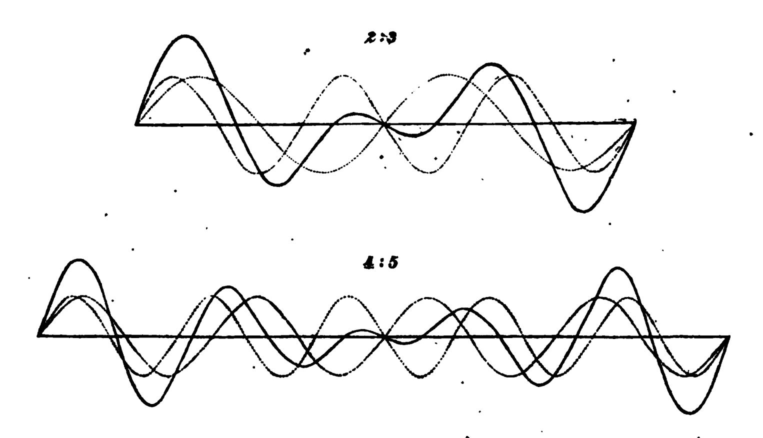
Der Folgerung selbst könnte man noch dadurch zu entgehen suchen, dass man eine physikalische Zerlegung der Gesammtwelle im Ohr mit Helmholtz annähme, dann aber eine Wiedervereinigung im Gehirn noch hinzupostulirte. Dadurch würde der Einfluss der Phasenunterschiede ausgemerzt und dennoch eine einheitliche Empfindung erzeugt. Aber eine solche doppelte Umformung des Reizes in entgegengesetztem Sinne, Zerlegung und Wiedervereinigung, würde die Grenzen glaublicher Hypothesenbildung doch stark überschreiten.

e) Zu gleicher Folgerung gelangen wir, wenn wir, ganz abgesehen von Phasenänderungen, die Gestalt einer beliebigen Gesammtwelle in sich selbst genauer in's Auge fassen, wie sie durch Combination zweier Sinuswellen von gleicher Amplitude ohne anfängliche Phasendifferenz entsteht, z. B. die durch die Sinuswellen vom Verhältnis 2:3 gebildete Gesammtwelle.

Sie besitzt nicht eine einheitlich gleichbleibende, sondern eine wechselnde Länge; und zwar wechselt, wie eine geometrische Untersuchung zeigt[1]), diese Länge zwischen den Wer-

[1]) Ich habe diese, deren Veröffentlichung anderwärts erfolgen muss, zu einer Zeit angestellt, als mir selbst die Empfindung noch als einheitlich galt, und bin durch die Consequenzen zum Aufgeben dieser Ansicht veranlasst worden. Es war mir damals gerade darum zu thun, aus der

ten $\frac{2Ll}{L+l}$ (beim Maximum der Amplitude) und $\frac{Ll}{L+l}$ (beim Minimum), wenn unter L und l die Längen der grösseren und kleineren Sinuswelle verstanden sind.



Halten wir nun fest, dass die Tonhöhe der Wellenlänge correspondirt — was bei aufeinanderfolgenden Tönen sich durchaus bestätigt und als erstes Grundgesetz der Akustik gelten muss — so müsste man hier statt c und g vielmehr einen zwischen e und e^1 (und zugleich der Intensität nach) wechselnden Ton hören, wovon keine Spur zu finden ist. Oder wenn man etwa versucht, das Princip für die Tonhöhe so auszusprechen, dass nicht die Länge der Welle sondern die Anzahl der in der Secunde in's Ohr gelangenden Wellengipfel (Schwingungsmaxima) die Tonhöhe bestimme: so zeigt ein Blick auf die Figur, dass an Stelle der 2 bez. 3 Maxima der Sinuswellen ein einziges absolutes Maximum, neben ihm noch zwei kleinere relative Maxima, getreten sind. Man müsste danach also an Stelle von c und g entweder den Ton 1 (C) oder, wenn die relativen Maxima mitgerechnet werden, ausschliesslich g hören. Alles dieses bestätigt sich nicht.
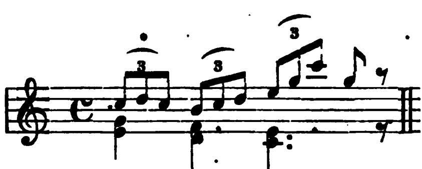
Form der resultirenden Gesammtwelle irgendwelche Regeln für die Beschaffenheit des zu hörenden einfachen Tons abzuleiten.

Analoges ergibt sich für 4:5 und jede beliebige Combination [1]).

9. Bedenken gegen die Wettstreitslehre.

Gegen diese lässt sich Folgendes einwenden:

a) Wenn man die Aufmerksamkeit absichtlich auf eine einzelne Stimme concentrirt hält, würde man hienach die übrigen Stimmen nicht etwa nebenbei sondern gar nicht hören. Dann könnte man sich dieselben aber auch nicht nachträglich in's Gedächtnis rufen, was doch factisch für einigermassen Geübte möglich ist. Man halte beispielsweise in folgendem Sätzchen



die Aufmerksamkeit fest auf die Oberstimme gerichtet, der sie sich ohnedies von selbst zuwenden wird. Die Figur werde so schnell als möglich ausgeführt. Dann ist nicht einmal Zeit, zwischen ihren einzelnen Noten auf eine andere Stimme über- und wieder zurückzuspringen, wenn man auch wollte. Dennoch wird ein Musiker unschwer die ganze Figur mitsammt der Begleitung auf's erstemal nach dem Gehör niederschreiben. Dies begreift sich, wenn die Begleitung wirklich gehört wurde, sei's auch nur ganz nebenbei, ähnlich etwa dem indirecten Sehen. Dann kann man das indirect Gehörte sich gleich nachher in's Gedächtnis rufen und, wie der gewöhnliche Ausdruck lautet, „zum Bewusstsein bringen", genauer gesagt zur Beachtung bringen. Dann kann man auch durch fortgesetzte Übung solch' erhebliche Fertigkeit hierin erwerben, wie sie zum vollen Verständnis polyphoner Musikwerke vorausgesetzt wird. Übrigens vermögen wir schon im gewöhnlichen Leben oft eine an uns

---

[1]) Für $\frac{L}{l} > 3$ wird jedoch die Länge der Resultirenden beim Maximum $= \frac{2Ll}{L-l}$ und nähert sich mit wachsendem $\frac{L}{l}$ immer mehr der Minimumlänge.

gerichtete Frage oder das Stundenschlagen einer Uhr, das man, in eine andere Beschäftigung vertieft, „überhört" hatte, unmittelbar nachher auf solche Weise zu reconstruiren. Aber immer setzt dies voraus, dass die Eindrücke wirklich empfunden wurden. Hat man sie so wenig gehört, wie Einer, der fünfzig Meilen entfernt und ohne telephonische Verbindung ist, so fällt natürlich auch die Möglichkeit der Reproduction; und dies müsste nach III in der That eintreten, sobald und solange durch die Concentration der Aufmerksamkeit der Wettstreit zu Gunsten Einer Stimme entschieden ist.

Man kann nicht erwidern, es sei unmöglich, die Aufmerksamkeit auch nur so lange, als es hier verlangt wird, auf eine Stimme concentrirt zu halten. Wenn wir die Kraft haben, durch Concentration der Aufmerksamkeit andere Empfindungen desselben Sinnes vollkommen, als wären die entsprechenden Reize überhaupt nicht vorhanden, zu verdrängen, und wenn diese, sonst immerhin ungewöhnliche, beim Farbenwettstreit nur mit bedeutenden Beschränkungen und von Manchen gar nicht bestätigte Leistung beim Tonsinne ex hypothesi etwas ganz Gewöhnliches ist: so müssen wir auch die Kraft haben, die Aufmerksamkeit etwa eine Secunde lang in gleicher Richtung zu erhalten, eine Fähigkeit, die uns ohnedies sonst nirgends zweifelhaft erscheint. Tatsächlich sind ja oft schon Kinder von zwei Jahren im Stande, eine zuerst unbegleitete, dann mit harmonischer Begleitung gehörte Melodie wiederzuerkennen, was nicht möglich wäre, wenn sie die Aufmerksamkeit nicht auf die Oberstimme concentrirten.
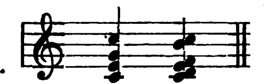
b) Ferner müsste durch Concentration der Aufmerksamkeit auf einen einzelnen Ton nach der Annahme III die Klangfarbe und das Harmoniegefühl hinwegfallen. Die Klangfarbe hängt wesentlich an den Obertönen. Wenn wir nun auf den Grundton eines Trompetenklangs achten, so hören wir zufolge der Annahme III währenddessen die mitklingenden Obertöne nicht, müssten also den Ton als völlig einfachen, mit einer flötenartigen und noch milderen Färbung, vernehmen.

Ein tiefer Clavierton klingt merklich rauh infolge der

Schwebungen seiner Obertöne. Beim *C* z. B. schweben b^1 (7. Teilton), c^2 und d^2 untereinander. Achtet nun Einer auf diese Schwebungen, so könnte er nach der Hypothese das *C* nicht hören; achtet er auf dieses, so würden mit den Obertönen auch deren Schwebungen hinwegfallen. Wie sollte *C* rauh erscheinen?

Man könnte sogar folgern, dass es überhaupt keine Unterschiede der Klangfarbe geben dürfte, wenn immer nur ein Teilton auf Einmal empfunden werden soll. Hiegegen liesse sich zwar versuchsweise noch erwidern, dass an eine rasche Folge einfacher Töne vielleicht durch irgendeinen psychophysischen Mechanismus Klangfarbe geknüpft sei. Wir können aber diese dunkle Hilfshypothese (wie soll durch nachfolgende Töne auch den vorausgehenden eine Farbe zuwachsen?) auf sich beruhen lassen, da schon der Wegfall der Klangfarbe unter den genannten specielleren Umständen der Erfahrung widerspricht.

Auch dem Harmoniegefühl würde unter gleichen Bedingungen der Boden entzogen. Es könnte keinen Unterschied machen, ob wir *c* allein oder mit anderen Tönen zusammenanschlagen, solange wir nur ausschliesslich auf *c* achten: die anderen Töne würden nicht empfunden, könnten also auch keine Gefühlsverschiedenheit erzeugen. Es wäre einerlei, welchen der beiden Zusammenklänge



ich angebe, wenn beidemale c^2 fixirt wird. Da bei Solovorträgen ohnedies die Aufmerksamkeit der Solostimme zugewandt ist, könnte diese mit beliebiger Begleitung gespielt werden: sie bliebe Solo im wörtlichsten Sinne. In demselben Moment, wo wir etwas von der Begleitung zu erhaschen suchten, würde der Ton des Sängers zerrissen, vernichtet.

c) Woher der Unterschied für das Gefühl, jenachdem ich *d* nach *c* oder zugleich mit *c* angebe? Nur im letzteren Fall entsteht Disharmonie. Nach der Hypothese ist aber das Hören in beiden Fällen ein successives. Sollte etwa die Schnelligkeit

des Wechsels den Unterschied machen? Aber wir können auch den objectiven Wechsel beliebig rasch vollziehen. Hiebei entsteht allerdings bei äusserster Raschheit des Trillers eine Art Disharmoniegefühl, aber eben dies weist darauf hin, dass eine wesentliche Änderung in der Empfindung vorgeht, welche dadurch erklärbar wird, dass jetzt durch objectives oder subjectives Nachklingen die Töne gleichzeitig werden. Und andrerseits könnten wir ja den Wettstreit, wenn er sich ohne Willenseinfluss etwa sehr rasch vollzieht, ex hypothesi willkürlich verlangsamen, somit auch in dieser Richtung beide Fälle für die Empfindung völlig gleich machen.

Es gibt wol wenige aesthetisch so widerwärtige Dinge, als es der Wettstreit der Farben ist. Ein so unreinliches, regellos fliessendes Chaos wäre auch jeder Dreiklang. Wer möchte auf das Wettstreitsphaenomen beim Auge eine Kunst gründen?

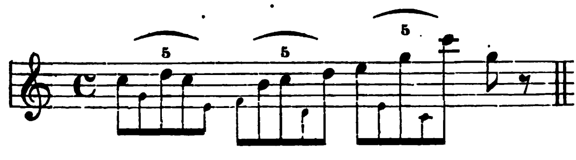
d) Die Entstehung von Schwebungen (auf welche vielleicht Einer in den vorigen Schwierigkeiten recurriren möchte, zumal da sie selbst als eine Art von Wettstreit erscheinen) ist, genauer betrachtet, mit dem Wettstreit unverträglich. Schwebungen sind in erster Linie periodische Intensitätsschwankungen in Folge der Combination gewisser Töne. Man kann sich ihr Zustandekommen nur so vorstellen, dass irgendwo im physiologischen Gebiete die zwei Erregungen, welche schwebenden Tönen (z. B. *c* und *cis*) entsprechen, gegen die sonstige Regel aufeinander einwirken; und dies nicht in der Weise dass die resultirende Erregung sich alternirend aus beiden zusammensetzte, und jetzt blos die *c*-, dann die *cis*-, dann wieder die *c*-Erregung stattfände: sondern in jedem Augenblick müssen beide vereinigt sein, so wie objectiv die Einzelwellen in der einheitlichen Gesammtwelle vereinigt sind. Nun obliegt es allerdings auch der Ansicht I, zu erklären, warum Solches nur unter gewissen Bedingungen, bei relativ naheliegenden Tönen, eintritt. Aber es ist danach nicht von vornherein die Möglichkeit ausgeschlossen, den Schwebungs-Erscheinungen gerecht zu werden. Es ist mit I nicht gesagt, dass in allen Fällen der objectiven Mehrzahl von Tönen mehrere Tonempfindungen entsprechen

müssen, sondern nur dass überhaupt mehrere zugleich statthaben können. Es ist ferner Nichts darüber gesagt, wie sich die vielen Empfindungen, wenn sie vorhanden sind, zu einander verhalten, ob sie, bez. die ihnen zu Grunde liegenden Nervenvorgänge, allezeit ungestört und ohne gegenseitigen Einfluss zusammensein können. Hingegen die Annahme eines Wettstreites scheint von vornherein mit dem Vorkommen von Schwebungen im Widerspruch, da ja die entsprechenden Vorgänge hiernach überhaupt nicht gleichzeitig existiren und somit auch nicht sich gegenseitig verstärken und schwächen können.

Man könnte auf die Ausflucht verfallen, die Entstehung des Wettstreits gar nicht im physischen Gebiet sondern erst im Bewusstsein zu suchen, während man die Schwebungen physiologisch begründet dächte. Aber abgesehen von allgemeineren Bedenken würde solche Ausflucht schon durch ihre Willkürlichkeit sich verbieten. Man müsste dann auch die Schwebungen rein psychisch interpretiren und dann würde die ganze Aporie wiederauftauchen.

e) Man wäre nach III auf keine Weise im Stande, durch das Gehör den exact gleichzeitigen Anschlag zweier Claviertasten zu controliren. Die Clavierlehrer hätten keinen Grund, darauf so erpicht und über das Arpeggiren so erzürnt zu sein. Factisch controlirt dies aber der Hörer mit ausserordentlicher Feinheit.

f) Wenn ein Musiker Beispiele wie das sub a) unmittelbar nachher niederschreiben kann (was feststeht), so müsste er alle Noten in der Weise gehört haben, dass die Aufmerksamkeit auf's Schnellste zwischen ihnen hin- und herrannte, ohne eine davon zu versäumen. Es sei dies möglich: aber in welcher Aufeinanderfolge würde er sie denn hören und nach welchen Kriterien aus der blossen Succession das Notenbild construiren? Sehr viele Reihenfolgen sind denkbar, z. B. folgende:



Woher erfährt nun der Hörer schon das Eine, dass es sich nicht wirklich um eine unbegleitete Figur von dieser Form handelt? Die dicken Köpfe, durch welche wir die Melodie vor der Begleitung hier für das Auge auszeichneten, zeichnen sich für seine Gehörsempfindung nicht aus. Und wenn nun das Ganze, ein zweites Mal gespielt, eine andere Figur im Wettstreit gibt: warum identificirt er es? Will man vielleicht sagen, die Figur sei für eine blos melodische zu ungewöhnlich, und die Erfahrung habe uns gelehrt, derartige sprunghafte Erscheinungen auf objective Gleichzeitigkeit zu deuten, so wäre es eine Kleinigkeit, Beispiele zu ersinnen, die entsprechend aufgelöst ganz annehmbare melodische Wendungen geben. Oder will man darauf hinweisen, dass die Begleitungstöne beim Clavier nur im ersten Moment gleichstark mit den Melodietönen sind, sich also, wenn sie erst nach diesen im Wettstreit auftauchen, durch ihre Schwäche kennzeichnen, so kann man das Ganze durch drei Violinen aufführen lassen und die Stärke wird constant bleiben.

Für die Annahme I wird die Theorie der Stimmentrennung durch das Gehör auch nicht in allen Fällen leicht. Aber im obenerwähnten Beispiel wird das Kriterium für die Trennung der Stimmen einfach sein: die beiden unteren Töne werden immer während eines Tactviertels als liegenbleibende wahrgenommen, wenn auch nur nebenbei. Sie gehen nach Tempo und Rhythmus ihren eigenen Gang.

g) Warum sollte die Täuschung, durch welche uns das Aufeinanderfolgende gleichzeitig schiene, bei den Tönen so hartnäckig, ja unüberwindlich sein? Factisch wird sie doch auch der Aufmerksamste und in sinnlicher Beobachtung Geübteste nicht ganz los, auch wenn er der Wettstreitslehre huldigt. Sonst müsste er zum Mindesten ohne Schwanken sagen können, in welcher Reihenfolge er die Dreiklangstöne soeben gehört hat. Es müsste sich auch eine gewisse Regel finden lassen, nach welcher beim unwillkürlichen Wettstreit die Töne sich folgen, etwa von der Höhe zur Tiefe oder umgekehrt; denn die Regel könnte hier wegen der Einheit der Dimension nur

eine ganz einfache sein (anders als bei den Farben). Nichts von Dem. Die Täuschung ist unüberwindlich.

Nun kommen unüberwindliche Täuschungen im Sinnesgebiet wol vor, aber nur, wo es sich um absolut oder relativ verschwindende Empfindungsmomente handelt (vgl. I. 33; ferner 380: Täuschung der Stille). So wurde denn zu Gunsten der Hypothese auf die Unwahrnehmbarkeit kleinster Zeitunterschiede nach Bessel u. A. hingewiesen. Allein die Dinge liegen in unserem Fall doch ganz anders. Dort handelt sich's um scheinbare Gleichzeitigkeit zweier selbst nur momentaner (minimal dauernder) Eindrücke, z. B. des Gesichtseindrucks durch einen elektrischen Funken und des Gehörseindrucks durch einen Glockenschlag, oder (innerhalb Eines Sinnes) der Gehörseindrücke zweier durch den elektrischen Funken erzeugter Knistergeräusche. Geht die Zeitdistanz beider Eindrücke unter einen gewissen Betrag, so wird das Urteil über die Zeitfolge unsicher. Aber in unserem Fall handelt sich's nicht um eine kleinste Zeitdistanz momentaner Eindrücke, sondern um die Aufeinanderfolge nicht momentaner Eindrücke, zwischen denen eine Pause überhaupt nicht zu existiren braucht. Bei objectiver Succession kann ein Ton ohne die geringste Pause dem anderen folgen: die Aufeinanderfolge wird wahrgenommen, wenn nur die Dauer der Töne selbst nicht zu kurz ist. Und so ist auch nicht einzusehen, warum die angebliche Succession im Wettstreit unwahrnehmbar sein müsste. Selbst wenn wir annehmen, dass beim unwillkürlichen Wettstreit jeder Ton nur momentan auftrete, die Töne also in rapidestem Wechsel durch das Ohr stürmten (was der Analogie mit dem trägen Farbenwettstreit keineswegs entspricht[1]), so könnten wir doch voraus-

[1]) Wettstreit beim Auge hängt doch wol mit Ermüdung zusammen, wenn auch nicht blos von dieser ab. Ermüdung tritt aber beim Ohre, abgesehen von den höchsten Tönen, weit langsamer ein (I 18, 360 f.), und so wäre auch ein viel langsamerer Wettstreit hier zu erwarten. Wollte man aber als Ursache desselben hier etwa die Aufeinanderfolge der verschiedenen Wellenmaxima ansehen, deren jedes dem betreffenden Ton das Übergewicht verschaffte, so müssten, von allem Anderen abgesehen, tiefe Zusammenklänge leichter als mittlere und hohe von

setzungsgemäss durch den Willen retardirend einwirken, um die einzelnen Töne nach Belieben zu beobachten, und dann müsste doch der Schein ihrer Gleichzeitigkeit in Nichts zerfliessen.

Wenn ich auf einen Oberton horche, so soll nach der Annahme der Grundton, obgleich stärker als jener, völlig verschwinden. Komme ich nun auf diesen zurück, so soll die Einbildung entstehen, dass er während der ganzen Zeit in der Empfindung fortbestanden habe. Man kann sich aber diese Frage schon vorlegen, während man den Oberton hört: und warum müsste auch dann die Einbildung entstehen? Vielleicht weil schon durch die Frage die Aufmerksamkeit wieder auf den Grundton gelenkt und so dieser wirklich zurückgeführt würde? So nachgiebig sind die Empfindungen gegenüber der Aufmerksamkeit sonst nicht; es bedarf immer einiger Zeit und Anstrengung, um Empfindungen willkürlich zu verändern, wo und soweit dies überhaupt möglich ist, und speciell beim Wettstreit der Farben kann man erfahren, dass sie keineswegs augenblicklich dem Rufe folgen.

Die Ouverture zum Sommernachtstraum beginnt mit einer Fermate zweier Flöten im Intervall der grossen Terz. Wir würden den Klang als ein unstetes Wechseln, wie das Läuten zweier Glocken hören. Wir glauben ihn aber factisch als unverändert ruhiges Zusammenklingen zu vernehmen, genau so ruhig wie den Klang Einer Flöte. Und die Täuschung sollte so unüberwindlich sein, dass wir bei aller Aufmerksamkeit nicht dahinter kämen, was wir eigentlich hören?

Wenn ich jetzt einen Menschen sehe, dann einen zweiten, dann wieder den ersten, so bin ich sicher überzeugt, dass dieser inzwischen fortexistirt hat, dass ich ihn also hätte sehen können. Aber ich erinnere mich doch ganz deutlich, dass ich ihn nicht wirklich gesehen habe. Dagegen glauben wir uns ganz deutlich zu erinnern, dass wir die beiden Töne die ganze Zeit wirklich gehört haben[1]).

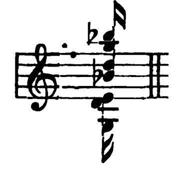
---

gleichem Intervall analysirbar sein, da die Wellenköpfe sich weniger rasch folgen. Das Gegenteil findet Statt.

[1]) Hierin hinkt auch der Vergleich der Wettstreitslehre mit der

Im zweiten Satz der 5. Symphonie BEETHOVEN's (Partitur PETERS S. 22) hält die Clarinette den Ton *es*² durch mehrere Tacte, während Viola und Cello eine bewegte Figur ausführen. Ich habe bei einer Aufführung eigens darauf gemerkt: der gehaltene Ton erschien ganz ununterbrochen. Ebenso mag man den Schluss des 3. Satzes derselben Symphonie (S. 46 f.), das zweite (Clarinetten-)Thema der Freischütz-Ouverture und zahllose ähnliche Stellen vergleichen.

h) Würde ein kurz angegebener Accord nur successiv gehört, so entfiele auf die Wahrnehmung der einzelnen Töne zu geringe Zeit. Um einen Ton als höher gegenüber einem anderen zu erkennen, bedarf es einer gewissen Zeit (I 216), welche sich notwendig noch vergrössert, wenn wir die Töne so genau auffassen sollen, dass sie wiedererkannt, nachgesungen, ihrer absoluten Höhe nach oder ihrem Intervall nach bestimmt werden können. Geben wir nun den 8stimmigen Accord:
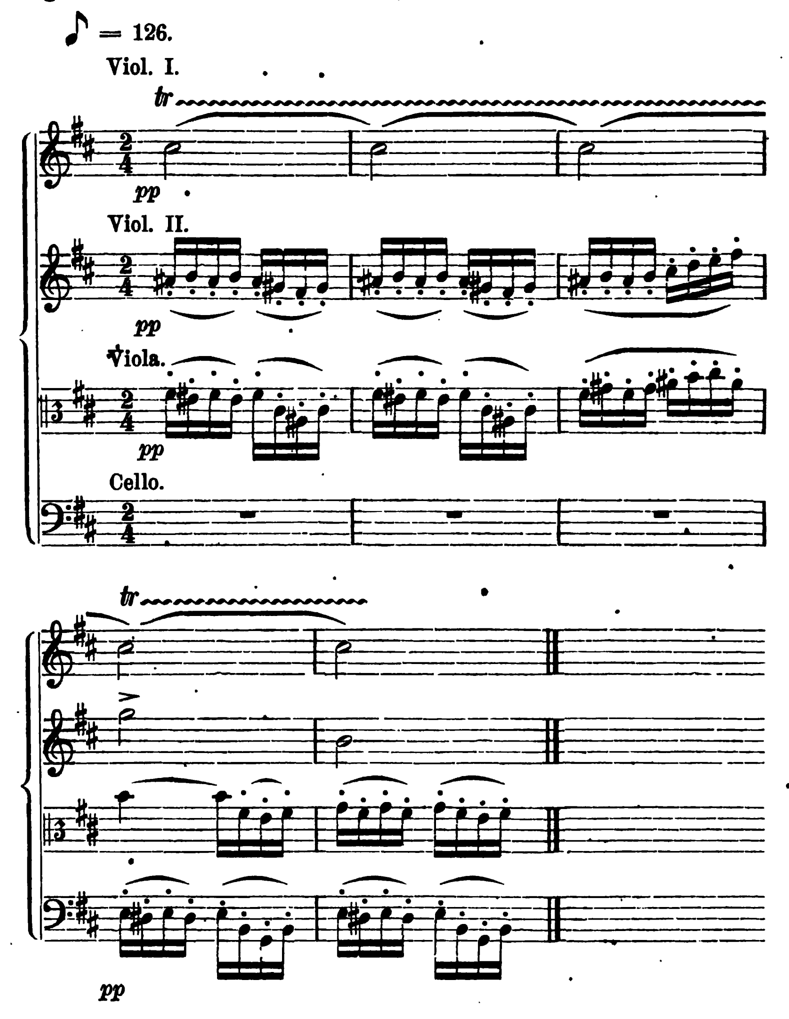


kurz abgestossen auf dem Clavier an, so ist der geübte Musiker im Stande, den ganzen Accord, wie er hier auf dem Papier steht, nach allen seinen Tönen zu bestimmen. Die Fähigkeit hat ihre Grenzen in verschiedener Richtung, aber sie besteht noch unter den angegebenen Umständen. Haben wir nun die acht Empfindungen zugleich, so kommt auf jede die ganze Dauer des Accords; und wenn diese Zeit auch nicht hinreicht, die sämmtlichen Urteile zu bilden, so können wir doch nachher gleichsam die Phonogramme der Empfindungen im Gedächtnis mit Musse betrachten. Haben wir sie aber nacheinander, so kommt auf jede nur $^1/_8$ jener Zeit, während dessen sie ihr Bild im Bewusstsein wahrnehmbar, wiedererkennbar entwerfen muss. Dass diese Zeit ungenügend ist, liesse sich vielleicht experimentell exact dartun; man wird sich aber dieser Über-

---

oben angezogenen „Theorie der permanenten Möglichkeiten der Empfindung" hinsichtlich der Aussenwelt, die im Übrigen ihren Zweck auch keineswegs erfüllt, aber ihn wenigstens in diesem Puncte nicht so ohne Weiteres verfehlt.

zeugung schon in Berücksichtigung der zum Anklingen sowie zur Unterscheidung nötigen Zeit kaum verschliessen können, denn die letztere ist ja unter allen Umständen zur deutlichen Einprägung in's Gedächtnis erforderlich.

Noch ein Beispiel. Im MENDELSSOHN'schen Streichquartett *D dur* op. 44 n. 1 kommt gegen Schluss des dritten Satzes folgende Stelle:



Sie trat mir schon beim erstmaligen Hören vollständig und durchsichtig vor das Bewusstsein; ich glaubte sie in Noten vor mir zu sehen, ohne dass dieses vorher wirklich der Fall gewesen war. Der Triller, welchen ein virtuoser Spieler rasend schnell ausführte, erschien in ununterbrochenem Fluss neben den gleichzeitigen raschen Figuren der Unterstimmen, und diese wieder mit allen ihren gleichzeitigen Intervallen.

Ebenso vermag wol ein geübtes Ohr die mit elfenähnlicher Geschwindigkeit vorbeifliehenden Accorde der Holzbläser in der Einleitung zur Oberon-Ouverture ohne vorherige Bekanntschaft mit derselben deutlich aufzufassen. Ähnliches gilt von unzähligen anderen Stellen, die man fast aus allen bewegteren mehrstimmigen Stücken beliebig herausgreifen kann.

Soll vielleicht die Aufmerksamkeit oder der Wille hier in der Weise rettend eingreifen, dass der Wettstreit willkürlich beschleunigt (wie früher verlangsamt) würde? Aber man wüsste ja vorerst noch nicht einmal, ob von dem Ton aus, welcher zunächst in's Bewusstsein träte, der Zusammenklang sich nach oben oder nach unten oder nach beiden Seiten erstreckt, müsste also zuerst probiren, nach welcher Seite hin neue Empfindungen zu erhalten sind. Geschwindigkeit ist nach dem Sprichwort keine Hexerei — hier wäre sie's doch.

§ 17. Mehrheit gleichzeitiger Tonempfindungen. Lösung der Principienfragen.

> „How come we to notice the simultaneous differences at all? .... This is the problem of Discrimination, and he who will have thoroughly answered it will have laid the keel of psychology."
>
> W. James, Journ. of Spec. Phil. XIII 79.

1. Weg der Untersuchung.

Für jede der drei möglichen Annahmen liessen sich Analogien und Gründe geltend machen. Dann aber zeigte sich wieder jede mit anscheinend unüberwindlichen Schwierigkeiten verknüpft. Man ist vielleicht versucht, Zöllner zu beneiden, wenn er einen durchgeschlungenen und versiegelten Faden für lösbar durch eine neue Dimension erachtete. Die Annahme

neuer Dimensionen des Wirklichen zur Erklärung der Erscheinungen war doch wenigstens nicht von vornherein absurd: hier dagegen, wo wir es nur mit der Beschreibung der Erscheinungen selbst zu tun haben, fanden wir auch diesen Sprung in neue Dimensionen des Tonreichs unstatthaft.

Bei der Disjunction der drei Ansichten wurde auf die Möglichkeit hingewiesen, dass vielleicht keine derselben ausschliesslich, wol aber jede oder doch zwei davon unter verschiedenen Umständen zuträfen, dass z. B. in gewissen Fällen Einheit, in anderen Wettstreit stattfände. Wenn man jedoch die Argumente durchgeht, die gegen jede dieser Ansichten gerichtet wurden, so wird man finden, dass die meisten Gründe, wenn sie überhaupt zwingend sind, die bezügliche Ansicht unter allen Umständen unmöglich machen.

Dagegen wird man bei einer solchen vergleichenden Durchprüfung wahrnehmen, dass die Kraft der Beweisführung doch nicht überall eine völlig zwingende, dass die Verschanzungen ringsum nicht in allen Puncten gleich fest sind, und dass speciell die Argumente gegen I nicht blos der Zahl sondern auch der Beschaffenheit nach hinter den übrigen zurückstehen. Hingegen scheint mir alles gegen II und III Vorgebrachte unwiderleglich und damit bereits ein indirecter Beweis für I geliefert. Diese erste allgemeinste und nächstliegende Annahme, welche auch Helmholtz sowol seiner älteren als neueren Theorie zu Grunde legte, halte ich für die richtige. Aber die gegenüberstehenden Zweifel machen nähere Bestimmungen notwendig. Wir werden also das, was für II und III (und damit indirect gegen I), ferner was direct gegen I zu sprechen schien, zu entkräften suchen und dabei zugleich auf genauere Bestimmungen dieser Anschauung stossen, die in späteren Paragraphen weiter entwickelt werden sollen.

2. Entkräftung der Gründe für die Einheitslehre.

Für diese (II) schienen die Aussagen vieler Unmusikalischen und ihre grosse Unfähigkeit zur Analyse zu sprechen. Allein es kommt sehr darauf an, welches Intervall die zusammenklingenden Töne bilden. Nonen, Septimen, Secunden in mittlerer Lage

werden auch von Unmusikalischen fast ausnahmslos als eine Mehrheit von Tönen erkannt. Die Unfähigkeit zur Analyse erscheint nur darum so auffallend, weil man dabei fast immer Dreiklänge oder Einzelklänge mit nächstliegenden harmonischen Obertönen als Beispiele im Sinne hat, welche allerdings schwerer zu analysiren sind. Gibt es aber in dieser Hinsicht Unterschiede je nach dem Material, so fällt die Kraft des Arguments; denn nun entsteht die Aufgabe, zunächst diese Einflüsse zu untersuchen, und bleibt die Möglichkeit, dass dieselben auch oder nur von einem anderen Standpuncte als II begriffen werden können.

Man muss auch nicht glauben, dass es Unmusikalischen unmöglich wäre, Obertöne wahrzunehmen; eine Behauptung die vielfach verbreitet ist. Zuweilen werden Obertöne sogar auffallend leicht und sicher wahrgenommen, besonders von Solchen, die in sinnlicher Beobachtung im Allgemeinen geübt sind und die im gegebenen Fall ihre Aufmerksamkeit gerade wegen des Mangels musikalischer Gefühle ganz der Natur des einzelnen Klangphaenomens in sich selbst widmen können (vgl. I 315). Und wiederum kommt es auch hier nicht nur auf die Stärke sondern auch auf das Intervall des Obertons zum Grundton an.

Es wurde ferner für II geltend gemacht, dass ein Zusammenklang doch stärker klinge als jeder Teilklang für sich allein, was nur aus II sich begreife. Wir müssen auch diesem Argument in Bezug auf das Tatsächliche entgegentreten: der Zusammenklang ist nicht stärker als jeder Teilklang. Die gewöhnliche Meinung rührt von einer Reihe von Nebenumständen her, die in der Musik durchschnittlich beim Zusammenspielen auftreten, für das Experiment aber beseitigt werden müssen. Man versuche nur am Clavier eine einzelne Taste und dann einen Accord, z. B. e^1 und dann $c^1\, e^1\, g^1$ mit möglichst gleicher, z. B. geringstmöglicher, Kraft der beteiligten Finger anzuschlagen, und frage sich, ob im letzteren Fall ein stärkerer Gesammteindruck resultirt oder nur etwa ein vollerer. Man wird dann wenigstens zugeben, dass auch hierüber eine nähere Untersuchung nötig ist.

3. Entkräftung der Gründe für die Wettstreitslehre.

Für diese (III) liess sich anführen, dass Musiker und Nichtmusiker so zu gleichen Teilen Recht erhielten und die individuellen Unterschiede selbst durch die Analogie mit dem Farbenwettstreit begreiflicher würden. Allein wir hörten soeben, dass schon das Verhalten der Nichtmusiker keineswegs in allen Fällen über Einen Leisten geschlagen werden kann, sondern in seiner Verschiedenheit aus wechselnden Umständen erklärt werden muss. Die Analogie des Farbenwettstreits verliert schon dadurch an Wert, dass sie auch das gelegentliche Vorkommen wirklicher Mischungen oder Zwischenempfindungen erwarten lässt, während solche bei Tönen, wenn wir Zusammenklänge äusserst naheliegender Töne ausnehmen, nie und nirgends nachgewiesen sind.

Noch besondere Erscheinungen deuteten auf Wettstreit: die Unruhe in Klängen und Accorden, das Hervortreten gewisser, namentlich höherer Töne, und die Benutzung gebrochener Accorde. Jene Unruhe erklärt sich indess, wenn nicht aus unruhiger Tongebung, aus den Schwebungen, welche besonders bei dissonanten, aber auch einigermassen bei den meisten (auf temperirten Instrumenten sogar allen) consonanten Accorden, endlich auch bei Einzelklängen durch die einander naheliegenden Obertöne entstehen. Die Schwebungen selbst aber sind nicht im Sinne des Wettstreits zu interpretiren, vielmehr, wie wir sahen, mit einem solchen unverträglich. Übrigens lassen sich auch vollkommen ruhige Zusammenklänge herstellen. Jeder gute Geiger mag die d^1-Saite zuerst allein und dann mit der höheren Octave oder auch mit der reingestimmten a^1-Saite zusammen gleichmässig streichen und zuhören, ob der Klang unruhiger wird, ob etwas dem Durcheinander des Farbenwettstreits Analoges zum Vorschein kommt. Noch überzeugender werden auf Resonanzkästen befestigte mit dem Bogen gestrichene Stimmgabeln wirken. Jede Spur von Unruhe im Zusammenklange ist hier getilgt. Sie verklingen in absoluter Gleichmässigkeit.

Dass wir gewisse und besonders hohe Töne leichter her-

aushören, erklärt sich aus der Gewohnheit, auf die meistens in der Höhe liegende Melodie zu achten; und dass die Melodie meist in der Höhe liegt, hat verschiedene Gründe, so die grössere Empfindungsstärke und grössere relative Unterschiedsempfindlichkeit in der höheren Region.

Die gebrochenen Accorde endlich sind historisch aus ungebrochenen entstanden, als man das Bedürfnis fühlte, den einförmigen Zusammenklängen, mit welchen der Sologesang begleitet wurde, durch Figuration neuen Reiz zu geben. Die Einführung der Laute als Salon- und Soloinstrument gab dann wol neuen Anstoss. Aus den anfänglich einfachsten Brechungen (Alberti'schen Bässen, Brillenbässen u. s. w.) haben sich durch jenes aesthetische Bedürfnis mit fortschreitender Technik immer manichfaltigere entwickelt. Aber beliebig an jeder Stelle zu arpeggiren, gilt auch heute keineswegs für erlaubt, obgleich die Unsitte selbst von grossen Clavierspielern, denen die Finger prickeln, leider nicht hinlänglich vermieden wird. Die Empfindlichkeit des guten Geschmacks und die scharfe Controle des Ohres in dieser Hinsicht zeugen, wie bereits erwähnt wurde, geradezu gegen die Wettstreitshypothese.

So erweisen sich denn alle als positive Stütze für II und III anführbaren Gründe als hinfällig, und damit erlangt zugleich die Annahme I (Mehrheitslehre), die schon durch die Widerlegung der beiden anderen im vorigen § indirect etablirt ist, eine neue Stütze. Es erübrigt, die gegen sie selbst vorgebrachten Gründe zu entkräften.

4. Lösung des ersten Argumentes gegen die Mehrheitslehre.

Dasselbe fusste auf dem Satze, dass mehrere gleichlocalisirte Empfindungen Eines Sinnes nicht gleichzeitig gegeben sein können.

Dieses Argument hat von vornherein keine Kraft unter der von den Meisten gebilligten Voraussetzung, dass den Tönen an und für sich in der Empfindung gar kein Ort zukomme, dass vielmehr die Orte, an welche der erwachsene Mensch sie verlegt, sämmtlich nur associirte Vorstellungen sind, die dem Gesichts-, Tast- oder Muskelsinn angehören oder durch sie

irgendwie vermittelt werden. Ein Ton scheint uns einmal im Ohr, ein andermal im Hinterkopf, im ganzen Schädel, im objectiven Luftraum oder in einem Instrument, auch wol in der Kehle des Sängers zu sitzen, aus der er zuweilen „nicht herauskommen will": Vorstellungen des Gesichtssinnes, welche wir nach unserer erworbenen Kenntnis vom Ursprungsorte des Tones damit verbinden. Tritt man dieser empiristischen Ansicht in ihrer allgemeinen Fassung bei, so liegt eine Schwierigkeit für unsere Frage gar nicht vor. Denn das Princip des obigen Argumentes könnte doch, wenn überhaupt, nur für die Fälle gelten, wo die Localisation den Empfindungen ursprünglich und in sich selbst anhaftete. Wie sollte ein zur Empfindung blos äusserlich hinzukommendes, associirtes Merkmal ein Hindernis ihrer qualitativen Unterscheidung werden? Die Fähigkeit zur letzteren hat nach den Grundannahmen der empiristischen Raumlehre mit der Localisation nichts zu tun und geht derselben sogar vorher. Auch beim Gesichtssinn nimmt ja der Empirismus an, dass die durch Reizung der Netzhaut gleichzeitig erregten Farbenempfindungen ursprünglich als eine blosse Summe raum- und ortloser Qualitäten im Bewusstsein beisammen seien und erst später in Folge gewisser damit verbundener Nebeneindrücke räumlich ausgebreitet und geordnet würden. Damit dies geschehe, müssen sie aber bereits qualitativ unterschieden sein.

Geht man von der nativistischen Voraussetzung aus, wonach jeder Ton notwendig und ursprünglich an einem Ort erscheint, der ihm ebenso wie Qualität und Stärke als ein immanentes Moment zukommt, so ist soviel klar, dass dieser Tonort jedenfalls nicht in der Weise veränderlich sein kann, wie der Ort einer Farbe im Gesichtsfeld. Dieselbe Farbe erscheint rechts oder links je nach der getroffenen Netzhautfaser. Im Ohr wird entweder (nach älterer Annahme) immer der ganze Nerv erregt oder doch (nach Helmholtz) immer dieselbe Faser von demselben Ton. In beiden Fällen ist keine selbständige Ortsveränderung möglich. Hiernach bleiben zwei Wege für den Nativisten: er kann

a) jedem Ton desselben Ohres einen besonderen aber unveränderlichen Ort in der Empfindung zuschreiben, wie jeder Ton objectiv auf dem Clavier und mutmasslich im inneren Ohr seinen besonderen Ort besitzt. Die räumliche Ordnung der Töne würde dann immer mit der qualitativen zusammenfallen und eben deswegen ignorirt werden. Auch für diese Annahme würde offenbar die obige Schwierigkeit hinwegfallen: Mehrheit gleichzeitiger Töne wäre möglich, da sie ja verschieden localisirt wären. Der Nativist kann aber auch

b) den sämmtlichen Tönen, wenigstens denen des nämlichen Ohres, Einen gemeinsamen unveränderlichen Ort zuschreiben. Unter dieser, aber auch nur unter dieser ganz speciellen Voraussetzung könnte das Princip des Arguments Anwendung finden im Sinne des Arguments.

Lässt man dabei für das rechte und linke Ohr noch eine verschiedene Ortsempfindung bestehen, so muss man es auch für möglich halten, dass ein Ton im rechten und ein anderer Ton im linken Ohr streng gleichzeitig empfunden werden. Für diesen besonderen Fall hätten wir also doch gleichzeitige Töne. Muss man aber dies zugestehen, so führen die Tatsachen weiter: denn es ist kein wesentlicher qualitativer Unterschied zwischen dem Eindruck, welcher durch gleichzeitige Zuleitung verschiedener Töne zu beiden Ohren entsteht, und dem Eindruck, den dieselben zwei Töne auf Ein Ohr machen. Nur von Schwebungen und Combinationstönen muss abgesehen oder sie müssen ausgeschlossen werden.

Man halte zu diesem Zwecke etwa eine c^1-Gabel vor das eine Ohr und eine g^1-Gabel vor das andere; hierauf beide Gabeln vor ein und dasselbe Ohr. Wenn auch die Schwingungen der linken Gabel sich durch den Kopf schwach bis in's rechte Ohr fortpflanzen und umgekehrt, sodass jedem Ohr doch auch der Ton des anderen, wenngleich viel schwächer, dargeboten wird: so kann einesteils diese Übertragung durch Herstellung schwächerer Töne so gut wie völlig ausgeschlossen werden, andernteils können ja nach keiner Theorie die Tonempfindungen in beiden Ohren identisch ausfallen, wenn sie sich im einen

Ohr aus einem schwachen c^1 und einem starken g^1, im anderen aus einem starken c^1 und einem schwachen g^1, in welcher Weise auch immer, zusammensetzen. Unterdrückt aber der stärkere den schwächeren, so hören wir eben einerseits nur c^1, andrerseits nur g^1. Es kann also nichts an dem Zugeständnis geändert werden, dass wir hier beiderseits verschiedene Töne empfinden, die ex hypothesi in der Empfindung auch verschieden localisirt sind. Somit steht sicher nichts im Wege, dass sie streng gleichzeitig gehört werden.

Mag man nun die Eindrücke in beiden Fällen vergleichen: c^1 und g^1 an beide Ohren verteilt, dann c^1 und g^1 in einem und demselben Ohr. Man wird zugestehen müssen, dass kein wesentlicher Unterschied des sinnlichen Eindrucks besteht, insbesondere auch kein Unterschied in Hinsicht der Einheitlichkeit und Ruhe des Eindrucks; dass es also nicht angeht, für den einen Fall wirkliche Gleichzeitigkeit, für den anderen Fall Wettstreit oder einen ganz neuen einheitlichen Ton zu statuiren. Somit führt obige Form des Nativismus vielmehr dazu, das Princip des Argumentes zu bestreiten.

Der Gegner müsste sich also auf die abgeschwächteste Form des räumlichen Nativismus zurückziehen, wonach auch selbst die Töne des rechten und linken Ohrs nur Einen gemeinsamen Ort in der Empfindung besässen: dann allein könnte er das Princip des Arguments ohne Inconsequenz durchführen und aus diesen beiden Praemissen die Unmöglichkeit gleichzeitiger Tonempfindungen dartun.

Diesem Standpunct gegenüber müssen wir, was bisher nicht nötig war, die Berechtigung des Princips selbst untersuchen. Auf welchem Wege leuchtet es denn ein, dass gleichzeitige Empfindungen Eines Sinnes notwendig verschieden localisirt sein müssen? Lässt es sich deductiv aus irgend einer physiologischen oder psychologischen Wahrheit ableiten? Schwerlich. Wenn Empfindungen verschiedener Sinne gleichzeitig sein können ohne Verschiedenheit der Localisation, warum nicht auch Empfindungen desselben Sinnes? Welcher Grund zwingt zu solcher Beschränkung? Was ist überhaupt „Ein Sinn“? Doch nichts

Anderes als eine Classe von Empfindungen, die unter einander qualitativ in hervorragendem Masse gleichartig sind [1]). Der tiefste und höchste Ton sind einander immer noch ähnlicher als jeder von ihnen einer Farbe. Aber wenn wir Töne und Farben absolut unvergleichbar nennen, so liegt dies wol nur daran, dass uns noch ungleichartigere Empfindungen eben nicht bekannt sind. Sonst würden wir, denke ich, auch da nur eine relative Ungleichartigkeit statuiren, ebenso wie wir dies ohne Zweifel innerhalb der sogenannten niederen Sinne tun müssen. Bei welchem Masse von Ungleichartigkeit nun soll die Möglichkeit gleichzeitiger gleichlocalisirter Empfindungen beginnen? und aus welchem Grunde soll gerade in dieser Hinsicht eine absolute Grenze unter den „Sinnen" gezogen werden?

Vielleicht liegt die Sache so, dass bei den Sinnen ausser dem Gehör nur die Vorbedingungen in der Reizung oder im Organ fehlen, um mehrere gleichlocalisirte Empfindungen zugleich zu erzeugen. Vieles liesse sich dafür sagen. Oft lassen sich z. B. zwei Reize nicht auf derselben Stelle anbringen, ohne sich schon objectiv in einer Weise zu mischen, die jede Wiederzerlegung ausschliesst; oder es wird ein zusammengesetzter Reiz vom Organ nicht zerlegt, weil eine entsprechende Vorrichtung, wie sie beim Ohre voraussetzlich die Basilarmembran bildet, fehlt, und in Einer Faser nicht mehrere Processe unvermischt verlaufen können u. s. f.

Man kann erwidern, dass wir zwei gleichlocalisirte Qualitäten desselben Sinnes auch nicht einmal in der Phantasie als gleichzeitige vorstellen können, dass also eine allgemeinere und psychologische Unmöglichkeit vorliegen müsse. Hierüber müsste zuerst das Tatsächliche mit Sicherheit festgestellt werden, was bei Fragen über die Phantasie bekanntlich nicht leicht ist. Behauptet doch z. B. Ward noch neuerdings geradezu, dass er auf den dunklen Sternenhimmel sehend sich Sonnenschein dazu vorstellen könne, dass man überhaupt zu beliebigen Empfindungen Beliebiges imaginiren könne! Ich führe dies nur als

---

[1]) Andere Merkmale sollen damit nicht ausgeschlossen sein; doch wird dieses wol als das entscheidendste gelten müssen.

Beleg für die hier noch vorhandenen Meinungsdifferenzen der Beobachter an, ohne es damit selbst zu unterschreiben.

Aus allgemeineren Gründen dürfte sich also das Princip des Argumentes vorläufig nicht ableiten lassen. Können wir nun rein inductiv, ohne Einsicht in den Zusammenhang, in die Bedingungen der Sache etwas bei vier Sinnen Gefundenes als Gesetz hinstellen und den fünften causa incognita danach richten? Gewiss nicht. Und wenn noch die Tatsachen bei den übrigen Sinnen unbestritten wären. Aber z. B. HERING behauptet, dass man bei Berührung einer warmen Hautstelle mit der kühlen Hand, oder der beiden ungleich temperirten Hände mit einander, Wärme und Kälte zugleich an gleichem Ort fühle[1]: Gäbe es aber auch keine einzige negative Instanz: eine Induction lässt sich nicht machen, wo so viele Verdachtsgründe vorliegen, dass das entsprechende Verhalten nur in speciellen Einrichtungen gründe. Es bleibt dem Schluss höchstens die Bedeutung einer Analogie.

Aber nicht einmal als solche kann er ein erhebliches Gewicht beanspruchen. Verhielten sich die verschiedenen Sinne

[1]) HERM. Handb. III, 2, 437. HERING citirt auch E. H. WEBER für diese Meinung; doch hat Letzterer sie nicht ganz in dieser Weise ausgesprochen. Auch CZERMAK glaubte, als er die Enden eines kalten und eines warmen Stäbchens so nahe nebeneinander auf die Haut setzte, dass ihre Ortsverschiedenheit unwahrnehmbar wurde, an Einer und derselben Stelle Warm und Kalt zugleich wahrzunehmen. KLUG bestätigte dies, fand aber auch, dass die Feinheit der Ortswahrnehmung selbst mit dem Temperaturunterschied der Stäbchen wächst. (HERM. Hdb. III, 2, 438). In Anknüpfung hieran könnte man allerdings diese Fälle auch so deuten, dass nicht eigentlich gleichlocalisirte sondern nur solche Empfindungen vorlagen, deren Ortsunterschied augenblicklich nicht bemerkt wurde. Ich möchte nicht einmal die obige Beobachtung HERING's dahin auslegen, dass die beiden Temperaturempfindungen wirklich gleiche Örtlichkeit im nativistischen Sinne besässen; da wir die Kenntnis von der Lage unsrer Glieder sicherlich nicht den Berührungsempfindungen als solchen allein verdanken, die ja bei jeder beliebigen Lage eines Gliedes die nämlichen sind. Aber Äusserungen dieser Art sind doch insofern bezeichnend, als daraus hervorgeht, dass man das fragliche Princip nicht allgemein für einleuchtend hält.

erfahrungsmässig durchgehends oder in den meisten Puncten einander analog — dann wol. So aber zeigen sich Besonderheiten auffallendster Art fast bei jedem Sinne; und namentlich verhalten sich Gesicht und Gehör in vielen wesentlichen Puncten keineswegs parallel. Fechner hat ihre Ähnlichkeiten und Verschiedenheiten ausführlich zusammengestellt (El. II, 267 f.). An der Tabelle wäre nach dem heutigen Stand der Sinneslehre Vieles zu ändern, aber der Verschiedenheitspuncte dürften es nicht weniger werden. Töne haben Eine Dimension, Farbenqualitäten, wenn man da überhaupt von Dimensionen reden will, mehrere. Töne zeigen eine qualitative Steigerung, Farben nicht oder nur innerhalb gewisser Grenzen, nicht z. B. von Blau nach Gelb. Der Contrast, der simultane wie successive, spielt bei Farben eine mächtige Rolle; jede Farbenempfindung ist mehr oder weniger davon beeinflusst. Bei Tönen ist bis jetzt, abgesehen von Täuschungen der blossen Auffassung, überhaupt Nichts davon beobachtet; ein Ton mag gelegentlich tiefer scheinen, wenn ein höherer ihm vorausging, aber das feine Gehör erkennt ihn als genau denselben wie im umgekehrten Falle (oben I 20). Nachbilder treten beim Auge kräftig und anhaltend auf und unterliegen bestimmten qualitativen Umwandlungen: beim Ohr sind nur selten und unter besonderen Umständen Nachempfindungen bemerklich und dann fast immer von gleicher Höhe wie die Anfangsempfindung (I 212, 278). Schwebungen finden sich nur beim Ohre; der Wettstreit der Sehfelder ist kein Analogon, da Schwebungen nicht in Qualitäts- sondern in Intensitätsschwankungen bestehen, überdies am stärksten oder ausschliesslich innerhalb Eines Ohres zu Stande kommen. (Töne des rechten und des linken Ohrs geben nur dann Schwebungen, wenn sie in's entgegengesetzte Ohr hinüberklingen.) Consonanz und Dissonanz finden sich bei Tönen, nicht bei Farben. Wie man sich auch bemühe, die sogenannte Farbenharmonie mit der Consonanz in Parallele zu bringen, die Parallele bleibt eine gewaltsame, erkünstelte; wie schon die Tatsache lehrt, dass geringe Abweichungen von der Consonanz die grösste Dissonanz erzeugen, während die Farben-

harmonie durch geringe Änderungen nicht oder nur wenig gestört wird. Überdies besteht Consonanz gar nicht in der Annehmlichkeit, wie wir später ausführlich zeigen werden.

So ist es auch eine Eigentümlichkeit der Töne gegenüber den Farben, dass sie ausdehnungslos, oder jeder in immer gleicher Ausdehnung, empfunden werden; dass sie ferner, wenigstens nach der Ansicht, auf Grund deren wir jetzt discutiren, stets auch mit gleichbleibender Ortsbestimmtheit empfunden werden. Diese Ansicht selbst also bezeugt es uns, dass man sich auf Analogien anderer Sinne nicht verlassen kann. Warum sollte es nun nicht auch als eine Eigenheit des Tonsinnes gelten, dass mehrere Töne, ohne verschieden localisirt zu sein, gleichzeitig im Bewusstsein gegenwärtig sein können? Unter so vielen Besonderheiten kann die Eine nicht mehr Wunder nehmen.

Speciell Demjenigen, der auf das fragliche Argument hin sich zur Annahme eines Wettstreits der Töne veranlasst sieht, lässt sich noch entgegenhalten, dass s o l c h e r Wettstreit, wie er hier stattfinden müsste, doch auch nur sehr geringe und zweifelhafte Analogien in andern Sinnen hätte, und sich von dem einzig sicher constatirten, dem Wettstreit der Sehfelder, beinahe in allen Stücken unterscheiden würde; wie wir dies oben gesehen haben.

5. Excurs über die räumlichen Eigenschaften der Tonempfindungen.

Von dieser Frage suchten wir uns, da sie ihre besonderen Schwierigkeiten hat, im Vorangehenden unabhängig zu machen, indem wir zeigten, dass aus keiner der denkbaren Ansichten über die Localisation der Gehörseindrücke ein durchschlagendes Bedenken gegen die Vielheit gleichzeitiger Töne in der Empfindung erwächst. Nachträglich aber wollen wir auch über die Localisationsfrage selbst und über die räumlichen Eigenschaften der Töne überhaupt eine bestimmtere Ansicht begründen, womit dann zugleich derjenige Teil der vorigen Argumentation, welcher nicht blos ad hominem gelten soll, in den Vordergrund gerückt wird. Doch gehen wir nur insoweit auf

die räumlichen Eigenschaften der Töne ein, als es der Zusammenhang des vorliegenden Werkes verlangt[1]).

Gegeben sind uns nur die räumlichen Auffassungen oder Urteile. Die Frage ist: beruhen sie auf räumlichen Eigenschaften der Tonempfindungen selbst, die ihnen in analoger Weise immanent wären, wie ihre Stärke und Qualität, oder beruhen sie auf anderen blos begleitenden Empfindungen, aus deren Verknüpfung mit den Tonempfindungen durch irgend einen psychologischen Process die räumliche Auffassung der letzteren sich entwickelt?

Die Fragestellung ist dieselbe wie beim Gesichtssinn (Nativismus — Empirismus). Wir antworten wie dort: Die erste und unentbehrliche Grundlage für die räumliche Auffassung der Tonempfindungen liegt in ihnen selbst, in einem immanenten Moment derselben. Ob wir es geradezu als ein räumliches bezeichnen wollen, ist secundär; genug, dass es neben Qualität (Höhe) und Intensität als ein drittes genannt werden muss, um die Tonempfindung vollständig zu beschreiben. Bezeichnen wir es vorläufig mit räumlichen Ausdrücken, so ist weiter zu sagen, dass es nur zwei Unterschiede des Ortes aufweist, welche den Tönen des rechten gegenüber denen des linken Ohres eigen sind, ausserdem aber zahlreiche Unterschiede der Ausdehnung, welche im Allgemeinen parallel der Höhe der Tonqualitäten jedes Ohres abgestuft sind.

Weitaus das Meiste in unsren räumlichen Auffassungen der Gehörseindrücke beruht allerdings auf hinzukommenden anderen Sinnesempfindungen, reproducirten Vorstellungen und Erfahrungen, ebenso wie beim Gesichtssinn. Aber hier wie dort gibt es ein geringes räumliches Grundcapital, auf welchem erst jener reiche Besitz sich aufbauen kann.

Zunächst der Unterschied der Tonempfindungen des rechten und linken Ohres ergibt sich aus Folgendem.

---

[1]) Der Frage sind in neuerer Zeit äusserst zahlreiche Untersuchungen und Experimente mit teilweise recht merkwürdigen Ergebnissen gewidmet. Ausführliches anderwärts.

Wenn wir die Augen schliessen, können wir gleichwol sagen, ob eine Tonquelle rechts oder links liegt, sobald nur der Stärkeunterschied des rechten und linken Eindruckes gross genug ist. Selbst bei einem $4^1/_2$ jährigen Kinde, dem ich eine leise tönende Stimmgabel unter Beseitigung aller sonstigen Anhaltspuncte vor eines der Ohren hielt, habe ich in allen Fällen das Urteil richtig und vollkommen sicher gefunden. Wenn mir ferner gleichzeitig eine Gabel rechts, eine andere links gehalten wird, mag die letztere denselben Ton angeben oder nicht, und nun eine der Gabeln entfernt wird, so kann ich regelmässig sagen, ob dies die rechte oder die linke war. Wenn die Töne verschieden sind, kann ich bereits, während sie noch gleichzeitig sich vor beiden Ohren befinden, mit Sicherheit sagen, vor welchem Ohr die höhere, vor welchem die tiefere Gabel tönt.

Es ist offenbar, dass der Unterschied der Stärke, auf die man sich gewöhnlich beruft, um die ersterwähnte Fähigkeit zu erklären, zur Erklärung nicht ausreicht. Denn es fragt sich eben, woran wir erkennen, ob das linke Ohr stärker von einem Ton afficirt ist oder das rechte. Dass eines von beiden stärker, das andere schwächer afficirt ist, hilft für sich allein natürlich nicht zur Localisation der Tonquelle. Eben darum hilft es auch nichts, sich auf die Bewegungen des Kopfes oder Körpers zu berufen, so lange die Eindrücke beider Ohren sich nur durch ihre Stärke unterscheiden sollen. Denn abgesehen davon, dass solche Bewegungen ausgeschlossen werden können, wird dadurch eben wieder nur das Stärkeverhältniss geändert. Wird also z. B. durch eine Viertelsdrehung meines Kopfes nach Rechts ein Schalleindruck stärker, so muss ich doch erst wissen, ob dies der rechte oder linke ist, um weiter zu schliessen, dass die Schallquelle auf der bezüglichen Seite liegt. Nur also wenn der Ton selbst ausser seiner Qualität und Intensität noch ein Moment p q besitzt, wodurch er sich für's rechte und linke Ohr als verschieden kennzeichnet, nur dann sind weitere Schlüsse möglich. Dasselbe ergibt sich aus den übrigen oben angeführten Versuchen.

Man hat die Tastempfindungen des Ohres, besonders die des Trommelfells, zu der verlangten Leistung herangezogen. Allein erstlich ist es bei aller Empfindlichkeit des Trommelfells für Berührungen doch mehr als zweifelhaft, ob so ungeheuer geringe schnell periodische Veränderungen der Luftdichtigkeit, wie sie bei einer leisen Tonschwingung stattfinden, noch eine Berührungsempfindung erzeugen können. Zweitens wäre die Frage, woran man denn Rechts und Links bei den Tastempfindungen unterscheidet. Und wollen wir hier wieder annexe Empfindungen einer dritten Gattung heranziehen, so wiederholt sich die Frage unerbittlich. Drittens: Wenn zu gleicher Zeit ein Ton *c* rechts, ein anderer Ton, z. B. *e*, links erklingt, woran soll man erkennen, welche Tastempfindung zu welchem Ton gehört? Nach der Hypothese hätten wir hier vier Empfindungen, zwei Tonempfindungen *c* und *e* und zwei Tastempfindungen α und β. Selbst wenn man nun den letzteren die ursprüngliche Localisation im Bewusstsein zugesteht, die den Tönen abgesprochen wird, woher wissen wir, dass der Ton *c* demselben Ohr angehört wie die rechts localisirte Tastempfindung, also dem rechten? Es ist ja nicht eine bestimmte Tastempfindung mit einem bestimmten Ton im Bewusstsein zusammengeleimt, vielmehr ist keinerlei Anhaltspunct gegeben, *c* mehr auf α als auf β zu beziehen. Dennoch erfolgt, wie oben erwähnt, auch in diesem Falle sicher die richtige Auffassung. Endlich: Woher die Localisation subjectiver Töne, bei denen Trommelfell und Tastsinn oft ganz unbeteiligt sind und die gleichwol auch dann meistens einseitig localisirt werden? In vielen pathologischen Fällen kann uns allerdings ein Gefühl des Druckes, der Völle im Mittelohr oder eine empfindliche Spannung im Trommelfell der einen Seite veranlassen, auch die subjectiven Geräusche oder Töne dorthin zu verlegen. In anderen Fällen aber sind solche Nebenempfindungen nicht mit irgend welcher Deutlichkeit vorhanden.

Es besteht also ein Unterschied p q zwischen den Tonempfindungen des rechten und linken Ohres. Wir nannten ihn vorläufig einen localen. Die Ausdrücke „Ort“ und „Ausdehnung“

haben indess für uns in erster Linie eine optische (für Blindgeborne eine haptische) Bedeutung; man kann daher fragen, ob dieser Unterschied p q unter ganz denselben Begriff fällt, den wir beim Gesichtssinn als „Ort“ bezeichnen. Soviel ist gewiss und selbstverständlich: Wenn wir einen Ton als einen solchen „des rechten Ohres“ oder gar eine Schallquelle als „auf der rechten Seite (unsres Körpers) liegend“ auffassen und bezeichnen, so ist dies nicht eine blosse Aussage des Gehörs, sondern dazu muss bereits die Vorstellung des Ohres als eines Teils des Kopfes und Körpers durch den Tast-, Muskel- und Gesichtssinn entwickelt sein — das Ohr selbst kennen wir nicht durch's Ohr, wenn auch das Auge durch's Auge —; es muss der eigene Körper von der Aussenwelt unterschieden sein; und es muss jener Unterschied p q sich mit den so etablirten optisch-haptischen Unterschieden Rechts-Links in zahlreichen Fällen associirt haben. Dann kann p die Vorstellung des rechten Ohrs, der rechten Seite reproduciren, q die umgekehrte Vorstellung. Aber wir haben, scheint mir, keinen Grund, p q selbst als Rechts-Links und das bezügliche Moment als Ort im gewöhnlichen Sinn zu bezeichnen. Nur insofern mögen wir diese Ausdrücke übertragen, als p erfahrungsgemäss dem Rechts, q dem Links entspricht.

Der Unterschied p q muss natürlich auch physiologisch bedingt sein. Welche Eigentümlichkeiten der beiden Gehörnerven oder der centralen Gebilde ihm zu Grunde liegen, darüber ist so wenig wie bei den Raummomenten anderer Sinne eine Vermutung möglich.

Nicht undenkbar scheint es mir, dass unter besonderen Umständen p und q zusammenfallen. Doch mag dies als für unsre weiteren Untersuchungen irrelevant hier auf sich beruhen [1].

[1]) Ich denke dabei z. B. an die in gewissen Fällen beobachtete Localisation zweiseitiger Gehörseindrücke im Hinterhaupt (wenn hier nicht blos eine veränderte Deutung vorliegt); ferner an die von Gellé behauptete Unfähigkeit zur Localisation der Gehörseindrücke von Seite solcher Personen, deren Trommelfell gegen Berührung vollkommen unempfindlich geworden. Da dem Schluss, dass das Trommelfell und speciell

Umgekehrt kann man auch fragen, ob nicht auch schon unter den Tönen eines und desselben Ohres Unterschiede von der Art des p q sich finden. Für eine solche Behauptung scheint mir aber jeder Anhalt zu fehlen. Abgesehen von den offenbar nur associirten Vorstellungen, in Folge deren die Ausdrücke „höherer, tieferer Ton“ auf die an sich qualitativen Tonunterschiede angewandt werden, bemerken wir kein räumliches Nebeneinander der Töne und ist darum bis in die neueste Zeit von Niemand ein solches behauptet worden. Keiner glaubt beim Dreiklang die Terz räumlich zwischen der Tonica und Dominant liegen zu hören, mag er sich auch die Tasten in dieser Lage dabei vorstellen. Drückt man zuweilen die HELMHOLTZ'sche Lehre von der Schneckenclaviatur dahin aus, dass die einzelnen Töne „in der Schnecke localisirt“ seien, so meint man damit doch nur eine anatomische Verteilung der Schwingungen an nebeneinanderliegende Fasern, nicht eine Verteilung der Töne in einem empfundenen Tonraum.

Erst MACH und er allein hat die Idee ausgesprochen, dass die Töne in einem Empfindungsraum nebeneinanderlägen, wie die Farben im Gesichtsfeld, nur mit dem Unterschied, dass der Ort einer bestimmten Farbe veränderlich, der eines bestimmten Tones unveränderlich wäre. Die Töne sollen sich von der Tiefe zur Höhe hin nicht blos qualitativ sondern auch local unterscheiden; doch nicht local im gewöhnlichen sondern nur in einem analogen Sinne[1]).

Nun ist freilich die qualitative Ordnung der Töne selbst schon eine raum-analoge. Was berechtigt, ausser ihr noch eine zweite, damit parallel laufende, Quasilocalisirung anzunehmen? Für MACH ist die Annahme lediglich Ausfluss einer theoretischen Erwägung. Er hält es nur unter dieser Voraussetzung für möglich, dass mehrere Töne zugleich empfunden

---

dessen Tastempfindungen die Bedingung für die Localisation der Gehörseindrücke bilden, wieder andere Tatsachen entgegenstehen, so sind diese Beobachtungen wol so zu deuten, dass gleichzeitig mit der Tastempfindlichkeit auch der Unterschied p q aufgehoben wurde.

[1]) Beiträge zur Analyse der Empfindungen. 1886. S. 122 f.

und unterschieden werden können und nicht zu einem Mischton von mittlerer Höhe zusammenschmelzen. Da er sich indessen hierbei auf ein vom Gesichtssinn entnommenes Princip stützt und obendrein den Tonraum nicht als etwas dem optischen Raum Homogenes fasst, so scheint mir die Beweiskraft dieser Überlegung doppelt fraglich. Auch müsste man erwarten, dass die tonlocalen Merkmale gerade nach Mach nicht blos hypothetisch sondern deutlich wahrnehmbar und von den qualitativen unterscheidbar sein müssten, da nach einer weiteren Hypothese alle Tonqualitäten nur aus zweien bestehen, die er *D* und *H* nennt, somit die gleichen elementaren Qualitäten an allen möglichen verschiedenen Ton-Orten vorkämen. Es müssten also die localen und die qualitativen Elemente gegenseitig leicht und deutlich in der Vorstellung trennbar sein[1]).

Einen anderen räumlichen oder quasi-räumlichen Unterschied dagegen müssen wir unter den Tönen Eines Ohres statuiren, den wir oben vorläufig als einen Unterschied der Ausdehnung bezeichnet haben. I 207 f. habe ich den ausgedehnteren Eindruck tieferer Töne wesentlich auf associirte Vorstellungen des Gesichtssinnes zurückgeführt und das Vorhandensein eines entsprechenden immanenten Unterschiedes noch dahingestellt. Ich glaube jetzt mit Bestimmtheit behaupten zu dürfen, dass den Tönen ein mit ihrer Höhe abnehmendes quantitatives oder quasi-quantitatives Moment eigen sei; und dass Einer auch dann tiefe Töne als etwas Voluminöseres, Breiteres, Massigeres auffassen würde, als hohe, wenn er zeitlebens nur die Töne eines rechteckigen Tafelpianos gehört und niemals in dessen Inneres geblickt, auch niemals Physik getrieben, kurz keinerlei Vorstellungen dicker oder langer Saiten oder Tonwellen u. dgl. damit verbände. Was mich zur bestimmteren Anerkennung dieses quantitativen Momentes geführt hat, war ausser dem Eindruck der einfachen Töne selbst, dem ich erst nachträglich ganz vertraute, die Erklärung der Klangfarbe, in welcher deutlich dieses Moment enthalten ist (§ 28). Aber im

---

[1]) Vgl. u. § 21 Schluss.

Grunde lässt auch die directe Beobachtung einfacher Töne keinen Zweifel. Man vergleiche nur die nadelspitzen feinen Töne der 7gestrichenen Octave mit dem Ton einer *c*-Gabel auf Resonanzkasten (um von dem Tone einer Gabel mit 14 Schwingungen gar nicht zu reden). Meine frühere Reserve, trotzdem mir solche Eindrücke längst wolvertraut waren, wurzelte in dem Bestreben, über ursprüngliche Eigenschaften möglichst wenig zu behaupten, einem methodischen Princip, das, im Allgemeinen nützlich, doch auch sonst gelegentlich zu weit geführt hat.

Als physiologische Unterlage dieses Momentes würden zunächst dieselben Bedingungen in Betracht kommen, von welchen die qualitativen (Höhen-) Unterschiede der Töne abhängig sind; da ja beide Eigenschaften im Allgemeinen sich mit einander verändern, und nur für das unabhängig Veränderliche im Sinneseindruck ein besonderer physiologischer Factor gesucht werden muss. Ob im Einzelnen Abweichungen möglich sind, ob eine und dieselbe Tonqualität uns unter Umständen ausgedehnter erscheinen kann, haben wir früher ohne ganz bestimmtes Ergebnis erwogen (I 210 f.) und hätten auch jetzt nichts Entscheidendes hinzuzufügen. Auf ein besonderes physiologisches Moment als Unterlage der Tonquantitäten könnte man aber daraus schliessen, dass die Unterschiedsempfindlichkeit für diese sich nicht mit der qualitativen zu decken scheint. Bis etwa zur 6gestrichenen Octave ist die qualitative Unterscheidungsfähigkeit feiner, wir merken noch keinen Unterschied der Ausdehnung, wenn ein solcher der Qualität schon deutlich ist. Wollte man dies nun auch aus einer geringeren Übung erklären (da wir auf das Quantitative bei Tönen weniger zu achten gewohnt sind), so würde diese Erklärung doch fehlschlagen gegenüber der höchsten Region, wo sich das Verhältnis nach meinem (von Dr. Schäfer in Jena bei gemeinsamen Versuchen an den Appunn'schen Stimmgäbelchen bestätigten) Urteil umkehrt; wo man noch den bestimmten Eindruck hat, dass ein Ton spitzer ist als ein anderer, den man doch seiner Qualität nach nicht mehr davon unterscheiden würde.

Bei dieser sogenannten Ausdehnung der Töne zeigt sich nun aber ganz deutlich, dass wir es nicht mit einer Ausdehnung oder Grösse in demselben Sinne wie beim Gesichtsraum zu tun haben. Wir können nicht sagen: Dieser tiefe Ton ist zweimal so umfangreich als jener hohe. Wir können innerhalb der einzelnen Ausdehnung hier keine Teile setzen, keine Linien ziehen, keine Figuren bilden. Auch die Untersuchung über Klangfarbe wird uns eine Bestätigung geben, dass die sogenannte Ausdehnung bei Tönen sich in bestimmter Beziehung vielmehr den qualitativen Momenten der Empfindungen analog verhält als dem räumlichen Moment der Gesichtsempfindung. (Die Ausdehnungen der Obertöne addiren sich nicht zu der des Grundtones.) Man darf daher aus dem Namen der Ausdehnung, wenn wir ihn hier verwenden, keinerlei Schlüsse ziehen, die nicht durch besondere Beobachtung bestätigt werden. So könnte ja Einer z. B. daraus, dass alle Töne eines Ohres den gleichen Ort, aber verschiedene Ausdehnung haben, folgern: „Also muss der Tonraum sich von der Höhe zur Tiefe hin concentrisch, etwa in concentrischen Kreisen, erweitern (insofern kann also die Gleichheit des Ortes nur eine partielle sein)." Dem würde ich aber nicht mehr zustimmen. Wol schliesst die grössere Ausdehnung auch hier gewissermassen die geringere ein, aber nicht in dem Sinne wie bei Raumgrössen, sondern wie bei den Intensitäten, wo man auch nicht die geringere von der grösseren abziehen und den Rest wieder als eine Intensität für sich angeben kann. Wol scheint uns ein hoher Ton gegenüber einem gleichzeitigen tiefen gleichsam auf diesem aufgetragen, „wie ein dünner heller Streifen auf einem breiteren dunkleren Untergrund"[1]), aber kein Teil des tieferen wird durch ihn verdeckt, und vergeblich würden wir durch eine Vereinigung mehrerer hoher Töne die Breite des tiefen zu erzielen suchen. Keine Subtraction, keine Addition.

Warum wenden wir aber dann überhaupt räumliche Ausdrücke auf diesen Pseudo-Raum an? Es geschieht hauptsäch-

---

[1]) W. James, Spatial Quale. Journ. of Spec. Philos. XIII 84.

lich mit Rücksicht darauf, dass mit den pseudo-localen und -quantitativen Unterschieden die im eigentlichen (optischen) Sinne räumlichen Unterschiede sich in Folge unserer Erfahrungen innigst in der Vorstellung verknüpfen; wie wir dies in beiden Beziehungen vorher bereits erwähnt haben. Ferner bestehen doch auch manche bedeutsame Analogien; schon darin liegt eine, dass der Quasi-Ort bei den Tönen ebenso quasi-ausgedehnt ist, wie der wirkliche Ort wirklich ausgedehnt ist; derart dass wir in beiden Fällen diese Eigenschaften nicht als zwei gesonderte Momente aufzählen sondern nur als Modificationen Eines, des räumlichen (quasi-räumlichen) Momentes. Und so lassen sich wol noch andere Analogien anführen. Aber es wäre auch Nichts einzuwenden, wenn Einer für die besprochene Seite der Tonempfindungen einen besonderen Ausdruck erfinden will; mir ist nur kein passender eingefallen.

Da die Frage nach einem räumlichen Moment der Tonempfindungen nur selten in ähnlichem Sinne beantwortet wird, freue ich mich umsomehr, nicht blos mit Aristoteles, der die Quantität als *κοινὸν αἰσθητόν* bezeichnet, sondern auch mit einigen der besten Psychologen der Gegenwart hierüber nahezu übereinzustimmen. William James statuirt l. c. p. 74 „a certain spatial quantification given as a universal datum of sensibility", und zwar nicht im Kant'schen Sinne als Form sondern als Inhalt der Empfindung, als „Spatial Quale". Er hält daran auch in den neueren scharfsinnigen Beiträgen zur Raumtheorie fest (Mind XII, Nr. 45—48), wo er dieses Moment „the extensive quality" nennt. Auch Ward (Encyclopaedia Britannica, Art. „Psychology" p. 46, 53) erkennt eine „Extensity" als drittes Moment neben der Qualität und Intensität bei sämmtlichen Empfindungen an. Ebenso Brentano, dem ich in dieser wie in allen Fragen die wichtigsten Anregungen von alter Zeit her verdanke. Er statuirt ausserdem nicht blos einen quasi-localen sondern einen im eigentlichen Sinne örtlichen Unterschied zwischen den Tönen beider Ohren. James Sully lässt es in seinen „Outlines of Psychology" 1884 p. 129 dahingestellt, wieweit das Ohr als solches Unterschiede der Ausdehnung erkenne, schliesst aber aus der Unterscheidung der Töne beider Ohren auf einen quasi-localen Unterschied.

Für unsre Hauptuntersuchung ergibt sich nach dieser Abschweifung Folgendes. Zunächst tritt die Schlussfolgerung S. 45 nicht mehr hypothetisch sondern kategorisch in Kraft: die Töne c^1 und g^1, an beide Ohren verteilt, erscheinen verschieden localisirt, vor Einem Ohre gleich localisirt; trotzdem ist der Eindruck qualitativ ganz derselbe; wenn also kein Wettstreit, keine Mischung im ersten Falle, so auch keine im zweiten. Vielleicht entzieht man sich aber dieser Schlussfolgerung nun gerade durch den Hinweis darauf, dass die Verschiedenheit p q nur eine quasi-locale sei. Eine solche, könnte man sagen, genüge nicht, um die Empfindungen auseinanderzuhalten; nur die locale im eigentlichen Sinn sei dazu im Stande. Es finde daher auch bei verteilten Tönen Mischung oder Wettstreit Statt, und so müsse der Eindruck beider Fälle der gleiche sein.

Für mein Ohr findet freilich Beides in beiden Fällen eben nicht Statt, und beruht hierauf die Gleichheit des Eindrucks. Ich kann auch nicht beurteilen, warum der quasi-locale Unterschied weniger Kraft haben sollte als der locale, da mir die Notwendigkeit räumlicher Trennung auch schon bezüglich des letzteren nicht einleuchten will. Aber jedenfalls treten gegenüber dieser Ausflucht mit um so grösserer Kraft unsre weiteren Betrachtungen S. 46 f. in Geltung: denn nun zeigt sich ja an dem räumlichen Moment selbst auf's Neue, wie ungleich die Erscheinungen bei verschiedenen Sinnen sind, da auch dieses Moment sich nur scheinbar gemeinsam erweist; wie wenig wir also berechtigt sind, ein nicht a priori einleuchtendes Princip von einem Sinn auf den anderen zu übertragen.

6. Lösung des zweiten Argumentes gegen die Mehrheitslehre.

„Gleichzeitige Töne müssten leichter unterscheidbar sein als aufeinanderfolgende, da zwei Inhalte um so leichter in irgend einer Beziehung unterschieden werden, je mehr sie in den übrigen Beziehungen gleich sind“ (o. S. 22).

Dieses Argument fordert in der Tat sehr zum Nachdenken heraus. Was wir zur Lösung sagen werden, wird nicht Jeden sogleich befriedigen, zeigt aber hoffentlich, dass wir vor

einem allgemeineren Rätsel stehen, das uns die Tatsachen des Tonreiches nur genauer zu formuliren gestatten — und in gewissem Sinn läuft ja unsere Erkenntnis immer auf genauere Formulirung allgemeinerer Rätsel hinaus.

E. H. Weber, der für das Wesentliche ein besonders scharfes Auge hatte, hat auch diesen Gegenstand schon berührt: „Zwei gleichzeitige Tastempfindungen", sagt er, „lassen sich nicht so gut untereinander vergleichen, als zwei aufeinanderfolgende. Eine Reihe von Versuchen hat bewiesen, dass man zwei Gewichte am allergenauesten vergleichen kann, wenn man sie successive auf dieselben Teile von derselben Hand legt. Etwas weniger vorteilhaft ist es, wenn man das Gewicht zuerst auf die eine Hand legt, es wieder hinwegnimmt und hierauf das andere zu vergleichende Gewicht auf die andere Hand legt. Am wenigsten vorteilhaft ist es, wenn man beide Gewichte gleichzeitig auf beide Hände legt. Denn die eine Empfindung stört die andere, indem sich beide Empfindungen vermischen, auf ähnliche Weise wie zwei gleichzeitige Töne, deren Abstand in der Tonleiter auch nicht so gut aufgefasst werden kann als der von zwei ungleichzeitigen, von denen der eine auf den anderen folgt. Noch weit mehr als beim Tast- und Gehörsinn findet diese Vermischung von zwei gleichzeitigen Empfindungen hinsichtlich der Geruchsempfindungen Statt, denn man ist ausserordentlich gehindert, zwei Gerüche zu vergleichen, wenn man zwei Riechfläschchen zugleich an beide Nasenlöcher hält. Diese Vermischung ist ein interessantes Factum..."[1])

Fechner fand bei seinen Gewichtsversuchen das Nämliche. Hinsichtlich des Tastsinnes gehört besonders die Tatsache hierher, dass wir zwei Zirkelspitzen bei einer geringeren Öffnung des Zirkels noch als distant erkennen, wenn sie nacheinander die Haut berühren, als wenn gleichzeitig.

---

[1]) Tastsinn und Gemeingefühl. Wagner's Hdwb. III, 2, S. 544 (Sep. Abdr. 85). So spricht Weber auch von der beträchtlichen Störung, die durch gleichzeitiges Vorhandensein zweier entgegengesetzter Temperaturempfindungen verursacht sei, obgleich sie nicht verschmölzen (S. 554, Sep. Abdr. 103). Vgl. o. 48.

Diese Erfahrungen erklären sich nur teilweise aus dem psychologischen Princip, auf welchem das obige Argument ruht. Es ist nach diesem Princip wol begreiflich, dass zwei Gewichte besser verglichen werden, wenn man sie successive auf dieselbe Hand legt als wenn successive auf verschiedene Hände: weil im ersten Fall ausser dem Druck selbst blos die Zeit, im zweiten aber auch der Ort verschieden ist. Ganz Dasselbe findet denn auch bei den Ohren Statt. Aber es begreift sich aus dem Princip nicht, dass zwei Gewichte besser verglichen werden, wenn man sie successive auf beide Hände als wenn man sie zugleich auf beide Hände legt (je eines auf eine Hand). Im ersteren Fall ist Zeit und Ort, im letzteren nur der Ort verschieden [1]).

Vielleicht erklärt Einer diese Tatsache daraus, dass im letzten Fall die Aufmerksamkeit sich nicht ungeteilt jeder der beiden Empfindungen zuwenden könne, wol aber im ersten Fall. Allein was hilft es für die Vergleichung, wenn ich zuerst A mit voller Aufmerksamkeit, dann B mit ebenso voller,

---

[1]) Auch schon dies ist nicht erklärt, warum besser verglichen wird, wenn die Gewichte successive auf die nämliche Hand, als wenn sie gleichzeitig auf verschiedene Hände gelegt werden. Hier ist ein örtlicher, dort ein zeitlicher Unterschied. Doch liegt in dieser Tatsache wenigstens kein Widerspruch gegen das Princip. Sie würde an und für sich nur lehren, dass geringe zeitliche Unterschiede nicht in gleichem Masse stören wie die Ortsunterschiede von homologen Gliedern. Aber mit Rücksicht auf die im Text erwähnte Tatsache wird man den Zeitunterschied unmittelbar aufeinanderfolgender Empfindungen überhaupt nicht als eine störende, sondern als die denkbar günstigste Bedingung betrachten. Dieselbe Ansicht liegt offenbar auch bei Lotze zu Grunde, wenn er (Grundz. der Psych. [1] S. 41) für die Vergleichung sinnlicher Qualitäten verlangt, „dass das prüfende Organ ganz dasselbe sei, damit nicht die verschiedenen Localzeichen verschiedener Organe die Eindrücke modificiren — man prüft deshalb nicht simultan mit zwei Fingern die Wärme zweier Wassermassen, sondern successiv mit demselben Finger —“. Die Zeitverschiedenheit betrachtet also Lotze nicht unter dem gleichen Gesichtspunct wie die Ortsverschiedenheit, es scheint ihm darüber ein Bedenken gar nicht zu kommen; er erinnert nur, dass man die Zwischenzeit nicht zu gross nehme.

dafür aber nun A mit um so geringerer oder gar keiner Aufmerksamkeit im Bewusstsein habe? Wann soll ich vergleichen? Auch beim successiven Empfinden muss ich doch während der Empfindung B die eben vergangene A beachten, und zwar genau in gleichem Masse, wenn ich gut vergleichen will (I, 98—100). Nun wird aber das Bild des eben vergangenen A nicht notwendig absolut genau mit A, wie es empfunden wurde, übereinstimmen. Also sollte man erwarten, dass die Vergleichung eines gegenwärtigen B mit einem gegenwärtigen A leichter und zuverlässiger sein müsste als die mit einem eben vergangenen A.

Man könnte noch daran denken, dass durch gleichzeitiges Stattfinden zweier Nervenprocesse eines und desselben Sinnes Nebenempfindungen oder Modificationen der bezüglichen Empfindungen selbst hervorgerufen würden, welche die Aufmerksamkeit abziehen oder sonst ungünstig wirken. Solches muss z. B. der Fall sein, wenn wir mit beiden Händen gleichzeitig Gewichte frei heben, weil dann durch den gemeinsamen Zug der beschwerten Arme gegen die Mittellinie des Körpers eine Summe neuer Muskel- und Hautempfindungen zu den zu vergleichenden Gewichtsempfindungen hinzukommt. Beim Riechfläschchen-Versuch Weber's mag doch von jedem Fläschchen etwas auch in die andere Nasenabteilung dringen und so beide Gerüche sich ähnlicher werden. Bei gleichzeitigen Klängen entstehen, wenigstens wenn sie oder ihre Obertöne einander nahe genug liegen, Schwebungen, welche die Beurteilung stören. Ferner tritt bei äusserst nahe liegenden gleichzeitigen Tönen eine wirkliche Veränderung nach der qualitativen Seite auf: Reize, welche in der Aufeinanderfolge noch eben verschiedene Empfindungen hervorrufen, rufen hier nur Eine mittlere Empfindung hervor; die Unterschiedsempfindlichkeit für gleichzeitige Töne (und wahrscheinlich für gleichzeitige Empfindungen überhaupt) ist geringer als die für aufeinanderfolgende. Ferner kommt in Betracht, dass, auch abgesehen von Schwebungen, die Intensität eines Tones durch einen gleichzeitigen anderen Ton beeinflusst wird, indem jeder dem anderen etwas abzieht und

dadurch bei sehr ungleicher Intensität der schwächere ganz unterdrückt werden kann. Von diesen besonderen Fällen werden wir später Näheres hören.

Aber diese Erklärung reicht nicht überall aus. Sie trifft nicht zu für die Gewichtsversuche, bei denen die Hände auf den Tisch und die Gewichte auf die Hände gelegt werden; nicht für die Tastversuche mit dem Zirkel; nicht für die gleichzeitigen, gleichstarken, übermerklich verschiedenen Töne ohne Schwebungen z. B. *c* und c^1.

Der Hauptgrund für die geringere Unterscheidbarkeit gleichzeitiger Empfindungen gegenüber unmittelbar aufeinanderfolgenden, liegt in einer allgemeineren Tatsache[1]). Alle Empfindungsqualitäten treten, wenn sie aus aufeinanderfolgenden in gleichzeitige übergehen, ausser in dieses Verhältnis der Gleichzeitigkeit noch in ein anderes Verhältnis, dem zu Folge sie als T e i l e e i n e s E m p f i n d u n g s g a n z e n erscheinen. Aufeinanderfolgende Empfindungen bilden als Empfindungen eine blosse Summe, gleichzeitige schon als Empfindungen ein Ganzes. Die Qualitäten werden, abgesehen von dem ebenerwähnten Ausnahmefall, nicht im Geringsten verändert, geschweige denn zu einer einzigen neuen Qualität umgewandelt, aber es tritt ein neues Verhältnis zwischen ihnen auf, das eine engere Einheit herstellt, als sie zwischen den Gliedern einer blossen Summe stattfindet, deren Einheit häufig nur eben darin besteht, dass sie als Glieder dieser Summe zusammengerechnet werden (man kann ja das Heterogenste und gänzlich Verbindungslose, selbst einen Affect und einen Apfel, zusammenzählen[2]). In Folge dieses neuen Verhältnisses wird der Eindruck gleichzeitiger Empfindungen dem einer einzigen Empfindung ähnlicher als derjenige derselben Empfindungen in blosser Aufeinanderfolge. Dieses eigentümliche Verhältnis gleichzeitiger Empfindungen

---

[1]) Auch Höffding bezeichnet es als ein „allgemeines Gesetz“, dass die Unterscheidung des Aufeinanderfolgenden leichter sei als die des Gleichzeitigen (Philos. Monatshefte 1888, S. 427), ohne doch näher auf die Definition dieser Tatsache einzugehen.

[2]) Vgl. Husserl in der S. 5 citirten Schrift.

ist es, welches E. H. Weber unter dem Namen der Vermischung oder Verschmelzung, und welches schon Aristoteles in der S. 17 erwähnten Stelle mit dem μεμῖχθαι oder κεκρᾶσθαι gemeint, obschon nicht vollkommen deutlich und richtig gefasst hat.

Wenn es sich darum handelt, zunächst den Begriff des Empfindungsganzen gegenüber dem einer blossen Summe klar zu machen, so bietet sich als schlagendstes Beispiel die Vereinigung der „Momente“ einer Empfindung, z. B. Qualität und Intensität. Man kann nicht leugnen, dass Beides verschieden ist, ebensowenig aber leugnen, dass es eine Art von Einheit, ein Ganzes bildet. Man muss daher Qualität und Intensität als Teile dieses Ganzen bezeichnen, wenn auch natürlich nicht als Teile im räumlichen Sinn. Zu dieser Art von Teilen ist bei der Gesichtsempfindung nach nativistischer Ansicht auch die Ausdehnung zu rechnen, und mir wenigstens ist und bleibt es evident, dass eine Farbe ebensowenig ohne Extensität wie ohne Intensität empfunden werden kann.

An dieser Weise der Vereinigung zu einem Ganzen also kann man sich den Begriff eines Empfindungsganzen am besten klar machen, weil sie zugleich die engste Weise der Vereinigung ist. Eine losere, gleichwol aber von der blos collectiven noch wol zu unterscheidende Einheit ist die der gleichzeitigen Empfindungsqualitäten unter einander. Diese speciell wollen wir Verschmelzung nennen. Sie ist der vorhin genannten insofern analog, als auch hier verschiedene Inhalte ein Ganzes miteinander bilden; aber die Teile sind nicht mehr wie dort untrennbar. Ich kann eine Intensität nicht ohne Qualität und umgekehrt empfinden, wol aber einen der gleichzeitigen Töne auch ohne den andern. Nur wenn sie zugleich empfunden werden, dann ist es unmöglich, sie nicht als Ganzes, nicht im Verschmelzungsverhältnis zu empfinden.

Aber die Verschmelzung hat auch noch verschiedene Grade. Die gleichzeitigen Empfindungen Eines Sinnes verschmelzen in höherem Masse als die verschiedener Sinne. Unter diesen wiederum verschmelzen die der sogenannten niederen Sinne, z. B.

Geschmäcke mit Gerüchen oder Temperaturen, stärker als Farben mit Tönen. Im letzteren Fall wird man vielleicht überhaupt nichts Derartiges finden wollen, aber wol nur darum, weil es einen noch geringeren Verschmelzungsgrad für unsere Erfahrung nicht gibt; analog wie man Farben und Töne für absolut unähnlich zu erklären geneigt ist, weil wir eben noch unähnlichere Empfindungsqualitäten zufällig nicht kennen.

Endlich gibt es auch Unterschiede der Verschmelzung innerhalb Eines Sinnes, und dafür haben wir unzweifelhafte Belege beim Tonsinn. Die stärkste Verschmelzung findet sich hier bei den Octaven. An diesem Beispiel als dem extremsten im Tonsinn und durch Vergleichung mit den geringeren Graden, die derselbe Sinn bietet, kann man das Wesen der Verschmelzung ebenso am deutlichsten erfassen, wie man das Wesen des Empfindungsganzen überhaupt am deutlichsten an dem extremsten Fall, den sogenannten Empfindungsmomenten, erfassen kann [1].

Man wird nun die Frage aufwerfen, ob wir hiermit nicht doch die Ansicht von einer Mehrheit gleichzeitiger Tonempfindungen verlassen und uns zur Einheitslehre bekehren. Qualität und Intensität nennt man ja nicht zwei Empfindungen. Und so scheint es, dass wir auch die gleichzeitigen Töne, wenn sie nur Teile eines Empfindungsganzen bilden, eben als Eine Empfindung bezeichnen müssen. Indessen liegt jetzt, wenn alles Vorangehende zugestanden wird, nichts weiter als eine Wortfrage mehr vor. Das tatsächlich Wichtige ist lediglich dies, dass wir die gleichen Qualitäten, welche sonst aufeinanderfolgen, auch streng gleichzeitig als diese Qualitäten in unsrem Bewusstsein haben können: dies war von der Einheitslehre be-

---

[1]) Dass die Vereinigung mehrerer Töne in einem Accord eine engere sei als z. B. die von Gerüchen und Tönen, habe ich bereits „Urspr. d. Raumvorst.“ 107—8, „Empir. Psychol. der Gegenwart“ (Im neuen Reich, 1874, Heft 32, S. 13) betont und den Unterschied an ersterem Orte zur Erläuterung des Verhältnisses zwischen Farbe und Ausdehnung benutzt. Genauer habe ich jenes Verhältnis seit der Mitte der 70er Jahre verfolgt. Die experimentellen Untersuchungen darüber s. in § 19.

stritten. Ob man diese mehreren gleichzeitigen Tonqualitäten nun als eine Mehrheit von Tonempfindungen oder blos von Empfindungsteilen bezeichnen will, ist eine terminologische und weniger wichtige Frage. Da wir aber überhaupt Empfindungen nach ihrer Qualität benennen („Farbenempfindungen“, „Tonempfindungen“), obgleich sie noch andere Seiten haben, so meine ich, dass wir recht und consequent daran tun, bei einer Mehrheit von Qualitäten auch von einer Mehrheit von Empfindungen zu sprechen. Und wenn wir dies hier bei den Tönen nicht täten, so würden wir überhaupt nicht mehr in irgend einem Falle von mehreren gleichzeitigen Empfindungen reden dürfen, nicht einmal wenn Farben und Töne zusammen vorhanden sind, da auch sie, wie erwähnt, ein Empfindungsganzes bilden. Als das Zweckmässigste erscheint also, dass wir nach wie vor die mehreren gleichzeitigen Qualitäten als mehrere Empfindungen bezeichnen, uns aber bewusst bleiben, dass sie Teile eines Empfindungsganzen bilden. Dann wird ein Missverständnis nicht zu befürchten sein.

Die Erwiderung auf das zweite Argument gegen die Mehrheitsansicht können wir demnach kurz so zusammenfassen:

Obschon die Gleichzeitigkeit der Empfindungen gemäss dem Princip des Argumentes ihre Analyse an und für sich erleichtern müsste, kommt doch ein neues Verhältnis hinzu, welches die Analyse erschwert. Es kommen ausserdem in besonderen Fällen noch besondere Hindernisse hinzu, welche nur bei gleichzeitigen Empfindungen auftauchen [1]).

7. Ursachen, welche zu den beiden irrtümlichen Anschauungen hinführen konnten.

Solche liegen zum Teil in den soeben kritisirten Argumenten, zum Teil aber auch in anderen Umständen, die sich nicht in

---

[1]) Das Princip des Arguments: dass zwei Inhalte in irgend einer Beziehung umso leichter unterschieden und verglichen werden, je mehr alles Übrige gleich ist — bleibt also unangetastet. Es gibt allerdings Fälle, die eine scheinbare Ausnahme bilden. So die obenerwähnten Klug'schen Versuche, nach welchen der Ortssinn an Feinheit zunimmt, wenn der Temperaturunterschied der berührenden Taster wächst. Nach

die Form strenger Argumente fassen lassen und nur die Bedeutung psychologischer Veranlassungen haben.

Die Motive für die Annahme eines Wettstreits liegen wol nur in den angeführten Gründen in Verbindung mit den Schwierigkeiten der beiden concurrirenden Theorien. Diese Annahme ist wesentlich eine Ausflucht. Die Wenigen, die auf sie verfielen, glaubten sich durch Exclusion auf sie hingewiesen.

Dagegen hat die Einheitslehre zahlreichere und positive Wurzeln, und nicht bei Allen die nämlichen. Eine derselben liegt in den besonderen Voraussetzungen und Neigungen der Herbart'schen Psychologie. Die Einfachheit der Seele sollte nach den Herbartianern ein Hindernis sein für die Mehrheit gleichzeitiger Tonempfindungen; wie sie ihnen in der Raumtheorie als ein Hindernis für die Empfindung eines ausgedehnten Farbeneindrucks galt. Wie unklar sowol jener Begriff der Einfachheit der Seele selbst als auch die Folgerungen daraus sind, bedarf wol nicht der Ausführung. Läge hier überhaupt ein triftiger Grund, so würde man die Ausdehnung nicht blos nicht ursprünglich sondern gar nicht empfinden und vorstellen können, und ebenso könnte man dann überhaupt keine Mehrheit von Inhalten irgend welcher Art zugleich im Bewusstsein haben, und was sollte dann z. B. aus der Vergleichung werden? Diesen angeblichen Grund können wir also nur als ein im Finstern wirkendes Motiv gelten lassen, dessen Kraft mehr auf seltsamen Nebenvorstellungen beruht, auf der Vorstellung eines Punctes, in welchen eine Fläche oder eine Mehrheit von anderen Puncten unmöglich eindringen kann u. dgl.

Ein zweites Motiv für die Einheitslehre liegt darin, dass die psychologische Entwicklung allenthalben von geringerer zu grösserer Unterscheidungsfähigkeit fortzuschreiten scheint. Hält man nun das unterscheidende Urteil und die Empfindungsunterschiede selbst nicht scharf auseinander, wie dies vielfach

---

dem Princip sollte man das Gegenteil erwarten. Es dürfte aber auch hier die Ausnahme an besonderen Umständen liegen, über die manche Vermutung möglich ist.

geschieht, so muss man zu der Folgerung kommen, dass die Tonempfindungen selbst sich im Laufe des Lebens mehr und mehr differenziren, dass also wenigstens ursprünglich, und bei Unmusikalischen in weitem Umfang auch späterhin, die gleichzeitigen Töne eine einzige Empfindung bilden.

Ein drittes Motiv liegt darin, dass das vorausgehende Hören der Klangteile einen mächtigen Einfluss auf die Leichtigkeit der Unterscheidung hat. Dies scheint darauf hinzuweisen, dass ohne solche vorausgehende Erfahrungen die Analyse überhaupt unmöglich ist, und so liegt es nahe, die Tonempfindung in allen Fällen für eine Einheit und die Analyse nur als ein Hineindenken aufzufassen. Dies war wenigstens das Motiv, welches mich selbst (Urspr. d. Raumvorst.) zur Einheitslehre hinleitete. Wir sprechen über das zu Grunde liegende Princip alsbald eingehender.

Endlich liegt ein sehr wesentliches Motiv in der Verschmelzung der gleichzeitigen Töne und besonders in der starken Verschmelzung der Consonanzen. Denn vorzugsweise an Beispiele der letzteren Art pflegt man zu denken, vor Allem an das des Dreiklangs, wenn von gleichzeitigen Tönen die Rede ist; er gilt gleichsam als das Musterbeispiel. Es erklärt sich hieraus, wie selbst Musiker nach einer Bemerkung Brentano's (mir ist es nicht vorgekommen) sich zweifelhaft darüber aussprechen können, ob sie mehrere Töne hören. Die Sprache selbst bezeichnet ja den Eindruck als „den Dreiklang“, sie gebraucht die Einzahl, während doch zugleich in dem Namen selbst die Mehrzahl angedeutet ist. Drei Töne, Ein Klang. Darum hat denn auch für die Dreifaltigkeit ausser dem Dreifuss und der dreizinkigen Gabel der Dreiklang oft genug als Erläuterung dienen müssen. Die Octave, das stärkstverschmelzende Intervall, heisst sogar Einklang: nicht einmal im Namen wird hier die Zweiheit der Töne angedeutet, obschon sie auch hier unzweifelhaft vorhanden ist. Der Eindruck wird dem der wirklichen Einheit bis zum Verwechseln ähnlich.

8. Einfluss der Erfahrung auf die Analyse.

Betrachten wir nun als feststehend, dass eine Mehrheit von Tönen in der Empfindung gleichzeitig gegeben sein kann, so

fragt es sich weiter nach den Bedingungen, an welche die Analyse geknüpft ist. Die wichtigsten derselben discutiren wir später und versuchen dann auch eine vollständige Übersicht. Aber zwei Fragen, die mit der allgemeinsten Fassung der Theorie zusammenhängen, wollen wir sogleich besprechen. Zuerst die Frage nach Art und Umfang des Einflusses, welchen die Erfahrung auf die Möglichkeit und Leichtigkeit der Analyse ausübt; wobei unter Erfahrung vorläufig das vorherige Hören ähnlicher Klänge verstanden und nähere Determination des Begriffes vorbehalten wird.

Die Discussion hierüber knüpft am besten an die HELMHOLTZ'sche Lehre an. Diese hat eine anatomisch-physiologische und eine psychologische Seite. Dass die anatomische Sonderung der die Tonwellen aufnehmenden Elemente nicht für sich schon hinreicht, um die gesonderte Wahrnehmung zu erklären, versteht sich. Laien zwar besticht das „Clavier im Ohre" ebenso wie das „Bildchen" auf der Netzhaut, welches für die Theorie der räumlichen Wahrnehmung diesen Schnellfertigen nur die Eine Schwierigkeit bietet (die gerade keine ist), dass es umgekehrt steht. Aber in beiden Fällen ist ja damit nichts gegeben als eine Summe physischer Antecedentien, und im Falle des Hörens ist nicht einmal unsre Hauptfrage damit beantwortet, warum bei gleicher Reizung ein Mal die Analyse stattfindet, ein andres Mal nicht.

HELMHOLTZ selbst hat die psychologische Frage nichts weniger als übersehen. Er stellt sie in der speciellen Fassung: Woher kommt die Schwierigkeit, die Obertöne aus einem Klang herauszuhören? und beantwortet sie in den drei ersten Auflagen seines Werkes durch den Hinweis auf das allgemeine Gesetz, wonach wir, wenn eine Summe von Empfindungen uns als Zeichen eines einzigen Objectes dient, stets erst einer besonderen Übung bedürfen, um das gewohnte Zeichen in seine Elemente aufzulösen. So dienen die verschiedenen Bilder, die unsre beiden Augen von Einem Gegenstande geben, erfahrungs- und gewohnheitsmässig als Zeichen dieses Einen Gegenstandes und werden darum schwer als zwei erkannt. So auch der

Toncomplex aus einem Grund- und mehreren Obertönen, den wir als Geigenklang bezeichnen, weil wir ihn als Wirkung und als Erkennungszeichen der Geige kennen gelernt haben.

Beinahe alle Physiologen und Psychologen scheinen von dieser Lösung noch heute ganz befriedigt.[1]) Dem grösseren wissenschaftlichen Publicum ist sie ohnedies durch unzählige Darstellungen, unter Anderem durch HELMHOLTZ' bewunderungswürdige populär-wissenschaftliche Vorträge vertraut und gilt als einer der wesentlichsten Züge der durch HELMHOLTZ geschaffenen Lehre von den Tonempfindungen, ja der empiristischen Theorie von den Sinneswahrnehmungen überhaupt; denn kein andres als das obige Princip hat HELMHOLTZ auch dem Empirismus in seiner physiologischen Optik zu Grunde gelegt.

In der vierten Auflage (1877) hat HELMHOLTZ dieses Princip und die Erklärung aus ihm verlassen, aber keine Gründe für die Änderung angegeben. Und so wird eine Prüfung der bereits verlassenen Form der Lehre in diesem besonderen Fall gerechtfertigt und notwendig sein; die Lehre ist zwar für den Urheber, aber noch nicht für die wissenschaftliche Welt veraltet (ich habe nirgends gefunden, dass man die Änderung auch nur bemerkt hätte), und die Überzeugung, die sich Einer früher auf HELMHOLTZ' Gründe hin gebildet, wird er sich nicht anders als wiederum durch Gründe umstossen lassen.

a) Die ältere HELMHOLTZ'sche Lehre ist wirklich eine evident irrige. Wenn wir die Erklärung für den Fall der Obertöne annehmen wollten, so ist sie doch unanwendbar auf den Zusammenklang gleichstarker Töne, der doch unter dasselbe allgemeine Problem fällt. Die Erfahrung hat uns nicht gewöhnt,

---

[1]) S. o. 21. Von den Einwänden G. E. MÜLLER's hätten einige (S. 29—30, 34, 35 der Schrift) ernstliche Beachtung verdient. Aber Dissertationen werden wenig gelesen, zumal so unübersichtlich geschriebene. Überdies konnten einzelne schiefe Behauptungen des Verfassers (wie S. 30), dem damals das Tongebiet wol noch nicht hinreichend aus eigener Erfahrung bekannt war, Misstrauen erwecken. Und so blieb die vereinzelte Kritik wirkungslos.

den Dur-Accord als Zeichen irgend eines Instruments zu betrachten. Er wird von den verschiedensten Instrumenten, oft auch durch ein Zusammenwirken mehrerer hervorgebracht. Und doch finden viele Menschen hier eine ganz ähnliche Schwierigkeit, wie gegenüber den Obertönen; was man an Unmusikalischen jederzeit erproben kann und u. A. FECHNER nach seiner eigenen Erfahrung bezeugt (s. o. 20): Eben darum wird ja von Manchen bezweifelt, ob überhaupt ein wirkliches Heraushören einzelner Töne aus einem Tongemisch möglich sei. Da nun diese beiden Fälle, der Klang und der Zusammenklang, sich nur graduell durch das Stärkeverhältnis der zusammenklingenden Töne unterscheiden, so wird auch die psychologische Interpretation für beide die nämliche sein müssen, und erscheint schon darum HELMHOLTZ' Princip ungenügend.

Aber selbst für die Analyse eines einzelnen Klanges kann das Princip nicht gelten. Ein Oboist gewöhnlichen Schlages, der erfährt, dass jeder Ton, den er bläst, eigentlich eine Mehrheit von 5—6 Tönen darstellt, wird sich anfänglich noch mehr verwundern, als ein Nichtmusiker, der seinem Urteil in dieser Richtung überhaupt wenig zutraut; insoweit stimmt das Verhalten mit dem Princip. Veranlasst man aber den Oboisten, auf Obertöne zu horchen, so hört er sie doch um Vieles schneller und leichter heraus als der Nichtmusiker. Nach dem Princip wäre das Gegenteil zu erwarten; denn der letztere hat die Erfahrung über diesen bestimmten Toncomplex als Zeichen dieses bestimmten Instrumentes kaum ein oder das andere Mal gemacht, der Oboist immerfort. Noch mehr: einem und demselben, musikalischen oder unmusikalischen, Individuum möge der Klang eines ihm bekannten und eines ihm unbekannten Instruments vorgeführt werden. Den ersteren hat man sich nach HELMHOLTZ gewöhnt als einheitliches Zeichen zu betrachten, den anderen nicht. Und doch zeigt sich kein Unterschied in der Fähigkeit, die Obertöne des einen und des anderen Klanges herauszuhören. Der Musikalische und der akustisch Geübte hört sie in beiden Fällen gleich gut, der andere in beiden Fällen gleich schlecht. Somit kann der genannte Um-

stand, auf den HELMHOLTZ das entscheidende Gewicht legte, solches Gewicht nicht besitzen.

Zudem ist das HELMHOLTZ'sche Princip nicht einmal unbestreitbar und führt auch, wenn es unbestreitbar wäre, nicht notwendig zu der daraus gezogenen Folgerung. Es bedarf zuerst der Interpretation. Wenn HELMHOLTZ gewisse Empfindungen als Zeichen von „Objecten" betrachtet, so denkt er hier wol nicht an die, von ihm allerdings sonst auch befürwortete Ansicht, dass unsre sämmtlichen Empfindungen nur als Zeichen der unbekannten Dinge an sich gelten können. Sondern unter „Objecten" versteht er hier sinnlich vorgestellte Objecte als solche. Eine gewisse Tastempfindung, welche mir in einem dunklen Zimmer plötzlich zu Teil wird, ist mir ein Zeichen für ein Gesichtsobject, z. B. einen Tisch, dem mein (als Gesichtsobject vorgestellter) Körper unmittelbar nahegekommen. Umgekehrt dienen Gesichtsempfindungen als Zeichen für Tastobjecte u. s. f. Hienach haben wir das Princip so auszusprechen: „Eine Mehrheit von Empfindungen, die für ein gemeinsames Sinnesobject als Zeichen dient, wird um so weniger leicht analysirt, je häufiger sie dem Bewusstsein in dieser ihrer Function gegenwärtig war". Dann ist aber klar, dass es auf das Tongebiet nur eine gelegentliche und beschränkte Anwendung finden kann. Töne dienen factisch viel seltener als Zeichen für Sinnesobjecte, als z. B. Tastempfindungen und räumliche Gesichtsempfindungen. Der Pfiff der Locomotive, das Läuten und Schlagen der Glocke und dgl. dienen uns allerdings als Zeichen objectiver Vorgänge, und die Sprachlaute bilden ein umfassendes System solcher Zeichen (bei welchem übrigens ebensosehr Ein Zeichen für eine Vielheit von Vorgängen oder Dingen als eine Vielheit von Zeichen für Ein Ding angewandt wird). Hingegen von den musikalischen T ö n e n kann man nicht eigentlich behaupten, dass sie uns vorwiegend oder auch nur in erheblichem Masse als Zeichen dienten. Wenn auch Associationen mit Bewegungen, Stimmungen und dgl. zu dem Vergnügen an Musik Wesentliches beitragen: die Aufmerksamkeit des Musikhörenden ist doch in erster Linie den Tönen selbst zugewandt.

Das Interessante beim Pfiff einer Locomotive liegt in der Tatsache, dass der Zug abgeht. Aber das Interessante der Musik liegt nicht in der Tatsache, dass eine Luftmasse oder die Saiten über einem Hohlraum in Schwingungen versetzt werden, sondern in den Klängen und ihren Verbindungen selbst; nicht darin, dass, sondern in dem, was geblasen und gegeigt wird.

Aber nicht einmal in den Fällen, wo wirklich gewisse Empfindungen als regelmässige Zeichen von Sinnesobjecten dienen, scheint mir das HELMHOLTZ'sche Princip dem wahren Sachverhalt entsprechend. Durch die Gewöhnung, mehrere Empfindungen auf Ein Object zu beziehen, wird es uns natürlich immer schwieriger, sie auf mehrere Objecte zu beziehen: aber man sieht nicht ein, warum es schwieriger werden sollte, als es Anfangs war, diese Empfindungen selbst zu analysiren, gleiche Aufmerksamkeit u. s. w. vorausgesetzt. Die stärkste Gewöhnung der hieher gehörigen Art findet wol Statt, wenn wir, ohne das Auge zu Hilfe zu nehmen, die mehrfachen Berührungsempfindungen, welche ein mit der Hand erfasster Gegenstand erregt, auf eben dieses einheitliche Object deuten. Dies ist gewiss Sache der Gewöhnung oder Erfahrung. Das bekannte Doppelterscheinen eines zwischen gekreuzten Fingern geriebenen Brodkügelchens zeigt ja auch deutlich, dass die gleichzeitige Berührung zweier Hautpartien, die nicht gewohnt sind, zugleich von demselben festen Object berührt zu werden, uns zur Deutung auf zwei Objecte verleitet. Aber wie schwer es uns auch werden mag, bei gewöhnlicher Fingerstellung die mehrfachen Berührungsempfindungen auf zwei Kügelchen zu beziehen: dass es zwei und nicht Eine Berührungsempfindung ist, bemerken wir ohne Schwierigkeit.

Wenn die Gewohnheit, eine Summe von Empfindungen auf Ein Object zu beziehen, an und für sich schon ein Hindernis ihrer Analyse wäre, so würden wir ein mehrsilbiges Wort, mit dem wir einen einheitlichen Gegenstand zu benennen pflegen z. B. „Papier“, schwerer in seine Silben zerlegen als eine ungewohnte Zusammenfügung von Silben, wie „Piepar“. Hier handelt sich's allerdings um successive Teile; aber in dem

Princip ist nichts darüber gesagt und es folgt nicht aus ihm, dass es nur auf gleichzeitige anzuwenden wäre. Nimmt man an, dass Gleichzeitigkeit von Empfindungen an sich ein Hindernis der Analyse ist, so hat man eben ein neues Princip und gibt zu, dass gewohnheitsmässige Beziehung auf Ein Object den Unterschied in der Möglichkeit der Analyse nicht erklärt.

Auch die besondere Schwierigkeit, Doppelbilder wahrzunehmen, auf welche Helmholtz verweist, kann nicht in diesem Umstand gründen. Das zweiäugig Fixirte doppelt zu sehen, gelingt überhaupt Niemand. Hier muss also wol ein ganz unüberwindliches Hindernis in den Empfindungen selbst vorliegen; es wird eben nur Eine Empfindung da sein. Im Übrigen aber ist für die Wahrnehmung von Doppelbildern die Aufgabe gestellt, dass die Aufmerksamkeit auf nichtfixirte, seitlich oder hinter oder vor dem fixirten Punct gelegene Teile des Sehfeldes gerichtet werde, was besondere Übung erfordert. Auch wird das indirect Gesehene undeutlich gesehen. Diese Umstände genügen zur Erklärung der Schwierigkeit. Analoges gilt bezüglich des blinden Flecks.

Das von Helmholtz früher angewandte Princip ist also nicht einmal richtig. Wir betonen dies darum, weil es sich als ein allgemeiner Grundsatz des s. g. Empirismus im Gebiet der Sinneswahrnehmungen überhaupt eingebürgert hat. An und für sich könnten wir es hier unbesehen hinnehmen; die Tatsachen der Klanganalyse wären doch nicht damit erklärt.

Etwas Richtiges ist ja an dem kritisirten Princip immerhin: dass nämlich gewisse Verbindungen mit fortschreitender Übung des Wahrnehmens in immer einheitlicherer Weise, mit Einem Blick überschaut und aufgefasst werden; wie die Worte der Schrift und Sprache. Wir erkennen ohne Mühe, dass sie viele einzelne Buchstaben enthalten und welche. Aber wir übersehen beim Lesen sogleich das ganze Wort und erfassen seine Bedeutung, ohne zu buchstabiren. Nicht also eine Schwierigkeit der Analyse entsteht mit fortschreitender Übung des Wahrnehmens, sondern nur eine Leichtigkeit der Übersicht über ein grösseres Ganzes, bestehe es aus successiven oder gleich-

zeitigen Elementen. In diesem Sinn ist denn auch wirklich der Dreiklang und jeder Accord für den Musikgeübten eine Einheit geworden; er wird ohne Weiteres, s. z. s. mit Einem Blick des Ohres, seiner Structur und musikalischen Bedeutung nach aufgefasst und wiedererkannt. Aber eine Schwierigkeit der Analyse folgt daraus natürlich nicht.

Die Ursache, welche HELMHOLTZ zu der offenbar falschen Theorie führte, ist wol in erster Linie darin zu suchen, dass er von dem speciellen Fall der Obertöne ausging, welche gemeinsam mit dem Grundton durch Ein Instrument und Einen Act erzeugt werden; statt die allgemeineren Schwierigkeiten der Analyse gleichzeitiger Töne beliebiger Herkunft, von denen jene nur ein besonderer Fall sind, der Erklärung zu unterwerfen.

b) Betrachten wir nun die neuere HELMHOLTZ'sche Lehre. Die ganze Darlegung über den Unterschied der Empfindungen von den Wahrnehmungen, über die Zusammengesetztheit der letzteren, über den Schein der Einheit, welcher mehreren Empfindungen durch das einheitliche Object, das sie bezeichnen, zuwachse (S. 101—107[3]) ist hier hinweggefallen; dafür dem Abschnitt ein anderer Schluss beigefügt (S. 106—111[4]). HELMHOLTZ unterscheidet jetzt zwei Grade des Bewusstseins von Empfindungen. Der niedere Grad ist der, bei welchem der Einfluss der betreffenden Empfindung sich nur in der von uns gebildeten Vorstellung von den äusseren Dingen und Vorgängen geltend macht („blos percipirte Empfindung"); während wir beim höheren Grad die betreffende Empfindung unmittelbar als einen vorhandenen Teil der zur Zeit in uns erregten Summe von Empfindungen unterscheiden („appercipirte oder wahrgenommene Empfindung"). An verschiedenen Sinnen zeigt sich nun, dass viele Übung und vielleicht auch besonderes Talent dazu gehört, eine Empfindung in gewissen Fällen zu appercipiren. So bei dem Urteil über Reinheit einer Weinsorte, Zusammensetzung einer Speise, bei der Tastempfindung des Nassen, die aus Glätte und Kälte zusammengesetzt ist, bei den Doppelbildern der beiden Augen, bei den unsre Raumvorstellung

bedingenden Muskelempfindungen. Die Elemente der Farbenempfindungen können wir von vornherein überhaupt nicht, später nur sehr schwierig und unter Anleitung der Erfahrungen über künstliche Zusammensetzung erkennen. Für's Ohr nun liegen Jedem Erfahrungen über die Zusammensetzung von Klängen in ausgedehntestem Masse vor, und die Fähigkeit, selbst sehr verwickelte musikalische Zusammenklänge in die einzelnen Stimmen der sie hervorbringenden Instrumente zu zerlegen, kann von Jedem, der seine Aufmerksamkeit darauf wendet, bald erworben werden. (?) Aber die letzten Bestandteile, die einfachen Töne, werden selten gehört; die Gelegenheit, ein genaues und sicheres Erinnerungsbild derselben unsrem Gedächtnis einzuverleiben, ist sehr beschränkt. Daher wird die Zerlegung der Summe selbst in entsprechendem Masse unsicher. Deshalb müssen wir bei der Analyse eines Klanges wenigstens im Anfang uns die Elemente, die unterschieden werden sollen, vorher einzeln hörbar machen, um eine ganz frische Erinnerung an die Empfindung zu haben, die ihnen entspricht, und das ganze Geschäft erfordert ruhige und gesammelte Aufmerksamkeit. Accorde werden hingegen leichter analysirt, weil wir die Klänge, aus denen sie bestehen, genügend oft einzeln vorher gehört haben.

Man sieht hier einen wesentlichen Gegensatz gegen die frühere Lehre. Das ganze Problem ist nicht mehr dies, warum uns eine Anzahl von Empfindungen, wie die Teiltöne, als Einheit erscheint — dies wird als der ursprüngliche Zustand vorausgesetzt — sondern warum und unter welchen Bedingungen wir sie auflösen. Gewiss die richtigere Fragestellung. Demgemäss findet auch jenes Princip für die allmälige Entstehung scheinbarer Einheit keinen Platz mehr. Es tritt ein anderes an die Stelle; und zwar, wenn ich recht verstehe, wird als wesentliche Bedingung der Analyse angesehen, dass man die zu analysirenden Bestandteile vorher einzeln gehört habe. Je öfter dies der Fall war, um so leichter gehe die Analyse vor sich. Im Übrigen wird gesammelte Aufmerksamkeit und (nach den Bemerkungen über andere Sinne) auch eine besondere

Übung des Analysirens in dem betreffenden Gebiet, hypothetisch auch ein besonderes Talent, zu den Bedingungen gerechnet. [1])

Den Grundsatz, dass nur das unterschieden werden könne, was vorher getrennt wahrgenommen wurde, hatte ich selbst früher für sinnliche Unterscheidungen aufgestellt und an den einzelnen Sinnen, besonders aber am Tonsinn zu erhärten gesucht. [2])

Er scheint aber, in dieser strengen Form wenigstens, ein irriger. Wenn mehrere sehr verschiedene Empfindungen gleichzeitig vorhanden sind, so ist nicht einzusehen, warum es einer noch so sehr gesteigerten Aufmerksamkeit durchaus unmöglich sein sollte, ihre Mehrheit und Verschiedenheit ohne vorausgehende Erfahrungen über die einzelnen zu erkennen. Dass vorheriges Hören, namentlich unmittelbar vorausgehendes, einen günstigen Einfluss hat, erklärt sich genügend aus der der Aufmerksamkeit erteilten Richtung. Man vermag concentrirter zu horchen, wenn man weiss, worauf man zu horchen hat. Der Umstand, dass die Obertöne im Allgemeinen schwerer herausgehört werden, als die Einzelklänge eines Accords, begreift sich

---

[1]) Am Schluss des ganzen Abschnittes fasst HELMHOLTZ das Ergebnis dahin zusammen: 1) dass die Obertöne . . . empfunden (percipirt) werden, wenn sie auch nicht immer zur bewussten Wahrnehmung gelangen (nicht appercipirt werden), 2) dass sie ohne andere Hilfe als eine zweckmässige Leitung der Aufmerksamkeit auch zur bewussten Wahrnehmung gebracht (appercipirt) werden können, 3) dass sie aber auch in dem Fall wo sie nicht isolirt wahrgenommen werden, sondern in die Klangmasse verschmelzen, doch ihre Existenz in der Empfindung erweisen durch die Veränderung der Klangfarbe.'

Diese Zusammenfassung ist nun wieder, abgesehen von den eingeschalteten Kunstausdrücken, ganz identisch mit der in der 3. Auflage. Aber der zweite Punct hätte, soviel ich sehe, nicht unverändert stehen bleiben dürfen, sofern nach der neueren Darstellung die Aufmerksamkeit allein nichts nützt, wenn die Bestandteile nicht vorher einzeln gehört wurden. Übrigens ist im Inhaltsverzeichnis des Werkes sogar der Satz stehen geblieben: „Wir sind in der Beobachtung unserer Sinnesempfindungen nur soweit geübt, als sie uns zur Erkenntnis der Aussenwelt dienen" — was sich doch auf den aufgegebenen und gestrichenen Teil der Lehre bezieht.

[2]) Urspr. d. Raumvorst. 130 f.

hinreichend aus ihrer geringeren relativen Stärke, aus der exacteren Gleichzeitigkeit ihres Auftretens mit dem Grundton und dgl. (§ 21).

Anders verhielte sich die Sache, wenn die Empfindung bei einem Accord in sich selbst nur eine einzige einheitliche wäre: dann würde sich's nur um ein Hineindenken handeln und dazu wäre die Anleitung früherer Erfahrungen über die Entstehung eines solchen Klanges unentbehrlich.

Die scheinbar eclatante Bestätigung des Principes durch die sog. Farbenanalyse, welche ich früher ebenfalls heranzog, verdankt ihre Kraft auch nur dieser Voraussetzung: dass nämlich die sg. Mischfarbe für das Bewusstsein eine streng einheitliche Qualität sei ebenso wie die sog. reine oder Grundfarbe, dass also eine wirkliche psychische Analyse hier überhaupt nicht, sondern nur eine Quasi-Analyse stattfinde. Und hier dürfte die Voraussetzung auch richtig, darum das Princip zutreffend sein. Im Orange sehen wir nicht Rot und Gelb, sondern es erinnert uns an diese Farben, weil es mit beiden Ähnlichkeit besitzt, qualitativ zwischen ihnen steht. Als Empfindungsinhalt ist es ebensowenig aus jenen zusammengesetzt, wie ein mittlerer Ton aus einem höheren und tieferen, wie eine laue Temperaturempfindung aus einer kalten und warmen, wie ein mittelstarker Kopfschmerz aus einem starken und schwachen. Es kommt allerdings auch noch die andere Tatsache in Betracht, dass Orange durch gleichzeitige Einwirkung zweier Wellengattungen, deren eine für sich allein Rot, deren andere Gelb erzeugen würde, erzeugt werden kann. Auch diese Tatsache kann uns veranlassen, Rot und Gelb in Orange hineinzudenken. Aber auch sie ist ja mit einer Zusammengesetztheit der Empfindung selbst nicht zu verwechseln. Darum kann denn dieser Fall, die sog. Mischfarbenanalyse, mit dem der gleichzeitigen Tonmehrheit und ihrer Analyse keineswegs parallelisirt und ein für den ersten Fall gültiges Princip auf den zweiten nicht übertragen werden[1]).

[1]) Es wird allerdings von bedeutenden Forschern auch die Ansicht vertreten, dass im Orange das Rot und Gelb wirklich irgendwie gesehen

Selbstverständlich soll nicht geleugnet werden, dass frühere Fälle der Klanganalyse günstig für spätere Fälle wirken. Übung gibt es hier wie überall. Nur das behaupten wir, dass ganz neue Tonzusammenstellungen nicht unter allen Umständen unanalysirbar sein müssen. Es müssen daher auch schon in den Anfängen des psychischen Lebens vor jeder Erfahrung über Klangzusammensetzung manche gleichzeitige Toncombinationen (auch Combinationen von Tönen und Geräuschen) als eine Mehrheit von Tönen nicht blos empfunden sondern auch aufgefasst werden, z. B. ein Zusammenklang aus zwei nach Höhe und Klangfarbe äusserst ungleichartigen Klängen, deren einer überdies stärker das rechte, deren anderer stärker das linke Ohr trifft, noch dazu unter Umständen, welche die Aufmerksamkeit besonders auf diesen Zusammenklang hinlenken und concentriren. Dieser Schluss ist notwendig, weil die Bedingungen, unter denen wir jetzt gleichzeitige Töne analysiren, nachdem specielle Erfahrungen über die bezügliche Klangzusammensetzung aus der Reihe der Bedingungen gestrichen sind, sich von den ursprünglich vorhandenen nur graduell unterscheiden können. Die Übung des gewöhnlichen und des musikalischen Hörens kann die Hemmnisse verringern, die Chancen des richtigen Urteils vergrössern, aber nicht das Urteil über-

---

würden. Ich will genaueren Bestimmungen hierüber, die mit den verwickelten Fragen über den Begriff der Grundfarbe, der Farbenintensität, Helligkeit, Sättigung u. s. f. zusammenhängen, nicht vorgreifen. Aber soviel scheint mir im Voraus, dass Elementarfarben, wenn dieser Begriff überhaupt haltbar ist, nicht in demselben Sinn in der Mischung gesehen werden, wie Töne im Klang gehört werden: als mehrere gleichzeitige und gleichlocalisirte Qualitäten. Gibt doch Jedermann zu, dass wir die absolut reinen Grundfarben niemals wirklich sehen, sondern höchstens Annäherungen daran. In den Mischungen würden wir sie ja aber sehen.

Andrerseits, wenn der sogenannte Mischcharakter des Orange nur in der Ähnlichkeit nach beiden Seiten besteht, wird allerdings der ganze psychologische Begriff von Grundfarben schwankend. Denn Rot steht auch zwischen Violet und Orange, es hat Ähnlichkeit nach beiden Seiten. Nur physikalische oder physiologische (psychophysische) Tatsachen bleiben dann zur Definition der Grundfarben übrig. Wirklich ruht ja aber dieser Begriff wenigstens bei Helmholtz auf keiner anderen Basis.

haupt ermöglichen. Vor aller Übung wird also nur unter extrem günstigen Umständen Erkenntnis der Mehrheit gleichzeitiger Töne stattfinden, aber sie wird nicht unter allen Umständen unmöglich sein.

9. Einfluss des Gefühls (Klang- oder Harmoniegefühls) auf die Analyse. Mittelbare Kriterien.

Wir erwähnten I 87 eine Anschauung, wonach alle Unterschiede nur durch's Gefühl bemerkt würden. In ihrer Allgemeinheit damals bereits als irrig erkannt, soll sie doch bezüglich der Analyse gleichzeitiger Töne noch besonders widerlegt werden, da sie gerade hier auch besondere Stützen zu haben scheint. Dann gilt es wiederum, das Wahre daran herauszuheben.

Durch das Gefühl, könnte man sagen, unterscheiden sich Zusammenklänge gegenüber Einzelklängen und diese wieder untereinander und von den einfachen Tönen. Notwendig muss ja jede Verschiedenheit in der Klangzusammensetzung eine Verschiedenheit der Gefühlswirkung zur Folge haben.
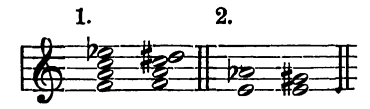
Sofern Einer hiermit behaupten wollte, dass wir eine Vielheit gleichzeitiger Componenten überhaupt nie wirklich wahrnähmen, sondern nur aus den Gefühlen auf dieselbe schlössen (indem wir bei bestimmten Klängen bestimmte Gefühle häufig erlebt und uns durch objective Untersuchung von der Mehrheit der beteiligten objectiven Töne überzeugt hätten), dass also jede Klanganalyse ein mittelbares Urteil sei: so wäre diese Behauptung durch die Untersuchungen des vorigen und gegenwärtigen Paragraphen bereits abgetan. Nur in dem Sinne kommt die Gefühlstheorie noch in Betracht, dass das Gefühl ein unentbehrliches Hilfsmittel wäre, um zur wirklichen subjectiven Analyse zu gelangen, dass also der einzige Weg zum unmittelbaren Urteil in jedem Fall durch ein mittelbares führte; analog der Annahme, die wir bezüglich der Function von Muskelempfindungen in § 9 besprachen.

Man sieht nun hier wie dort nicht ein, warum durchaus die Natur eines vorliegenden Tonmaterials in sich selbst keinen Anhaltspunct geben soll, sondern nur die Natur eines begleitenden Phänomens. Entweder ist das Gefühl in sich einfach,

und wie soll es dann ohne Hilfe der Erfahrung auf die Zusammengesetztheit der Empfindung führen? Oder es ist selbst zusammengesetzt, und dann entsteht ja die ganze Frage nach der Möglichkeit der Analyse gegenüber dem Gefühl ebenso wie gegenüber dem Tonmaterial. Beruft man sich auf die Erfahrung, wonach wir bei bestimmten Klängen bestimmte Gefühle häufig erlebten und so Anhaltspuncte gewännen für spätere wirkliche Analyse: was sollen uns solche Anhaltspuncte nützen, wenn wir nicht zugleich wissen, dass die früheren Klänge zusammengesetzte Klänge waren? Wir müssten dies also doch schon in den ersten Fällen aus der Natur der Gefühle a priori erkannt haben.

Da indessen die Berufung auf das Gefühl bei Vielen beliebt ist, die der Sache nicht näher nachdenken, so will ich noch Eines beifügen.

Das musikalische Harmoniegefühl im eigentlichen Sinne des Wortes kann den verlangten Dienst schon darum nicht leisten, weil es vielmehr umgekehrt die Analyse voraussetzt. Wir zeigen dies später ganz im Einzelnen; vorläufig genügen vielleicht einige Beispiele. Der abscheuliche Eindruck von Quintenparallelen verschwindet in demselben Masse als die beiden Töne weniger deutlich auseinandergehalten werden. Jedem Musiker fallen Belege aus der Praxis ein. Für den Unmusikalischen, der die Zusammenklänge nicht analysirt, besteht, wie ich mich vielfach überzeugt habe, die Unannehmlichkeit der Quintenparallelen überhaupt nicht (geschweige denn für — Hunde, wie irgendwo behauptet ist). Sie ist also nicht ein unmittelbar dem sinnlichen Eindruck anhaftendes Gefühl, sondern ruht auf der Analyse desselben. Ferner: die beiden Accorde unter 1. oder die beiden Zweiklänge unter 2.



sind auf dem Clavier vollkommen identisch. Der Gefühlseindruck ist durchaus verschieden, wenn man die Noten dazu sieht: weil beide nur in verschiedenem Zusammenhang vorkommen

können und dieser mögliche Zusammenhang eben durch die Schreibung *es* oder *dis*, *as* oder *gis* angedeutet ist. Und zwar ist der Gefühlseindruck nicht etwa ausserhalb alles Zusammenhangs auch schon da und wird durch diesen nur modificirt, sondern er ist (soweit das Harmoniegefühl als solches in Betracht kommt) ganz und gar vom Zusammenhang bestimmt. Auch beim isolirten Accord ist er durch die aus der musikalischen Erfahrung oder aus dem Geist des Musiksystems hinzugedachte bez. vermisste Auflösung oder sonstige Fortsetzung bestimmt. Der erste Zweiklang, isolirt angegeben und so aufgefasst, wie die Noten es andeuten, ist bei 2. höchst unangenehm, der zweite höchst angenehm. Es ist also klar, dass nicht der sinnliche Eindruck, sondern die Auffassung desselben das musikalische Harmoniegefühl bestimmt; jenachdem wir z. B. einen Ton als Tonica oder als Leitton, als kleine Septime oder übermässige Sext auffassen (wenn auch nicht in kunstmässiger und begrifflicher Weise). Diese Auffassung aber setzt natürlich Analyse voraus. Und so ist das Harmoniegefühl im eigentlichen Sinne durch die Analyse bedingt, nicht aber umgekehrt.

Es bliebe nur das elementare, rein sinnliche Klanggefühl übrig.[1]) Dieses bildet allerdings manchmal einen Anhaltspunct, ein mittelbares Kriterium, welches dem unmittelbaren Urteil unter Umständen den Weg bereiten kann.[2]) Ein Klang kann uns anmuten, als wäre er zusammengesetzt und sogar in bestimmter Weise zusammengesetzt. Nachher bemerken wir vielleicht die Teile selbst im Ganzen. Aber es leuchtet ein, dass gewisse Erfahrungen vorausgehen müssen

---

[1]) Die Aufmerksamkeit rechnen wir allerdings auch zu den Gefühlen, aber von ihr als (nicht unentbehrlicher) Bedingung der Analyse ist ja bereits gesprochen und wird noch näher in § 22 die Rede sein.

[2]) Von solcher vorbereitenden Function mittelbarer Kriterien spricht auch W. James einmal als von einem „allgemeinen Gesetz der Unterscheidung". „It seems to be one of the laws of discrimination, that two feelings, whose contrast is so slight as to pass unnoticed, may end by becoming distinguished, in case they severally form associations with other bodies of feeling whose contrast is more massive" etc. (Journ. of Spec. Philosophy, XIII 81.)

und dass wir nie auch nur auf die Vermutung einer (subjectiven) Tonmehrheit kommen würden, hätten wir solche nicht bereits erlebt, d. h. in einem Klangganzen entsprechende Teile wahrgenommen.

In dieser Weise wirken ja auch andere mittelbare Kriterien zur Analyse gelegentlich mit: die Klangfarbe, die Schwebungen, der Anblick mehrerer Instrumente u. s. w. (wovon § 23, 1, h). Aber alle mittelbaren Kriterien sind trügerisch, wie wir schon im I. Band an vielen Beispielen gesehen. So können zwei Instrumente doch auch unisono spielen; können Intensitätsschwankungen, die den Schwebungen genau gleichen, auch durch einen einzelnen Ton hervorgebracht werden u. s. w. Dies ist zugleich wieder ein Beweis, dass in keinem blos mittelbaren Kriterium ein unentbehrliches Hilfsmittel der Analyse liegen kann. Unmittelbare Urteile aus dem Klangmaterial zeigen ihre selbständige Existenz, indem sie der durch das mittelbare Kriterium nahegelegten Vermutung widersprechen.

Endlich wollen wir nicht leugnen, dass in vereinzelten Fällen, bei im höchsten Grade unmusikalischen Personen, jener Zustand wenigstens nahezu verwirklicht sein kann, dessen allgemeines oder auch nur normales Vorkommen wir bestritten haben: dass sie über gleichzeitige Tonmehrheit nur mittelbar urteilen und sich dabei durch ein gewisses Gefühlsmoment leiten (bez. irreleiten) lassen. Mehrere hervorragend unmusikalische Personen (die I 327 beschriebenen) haben sich in diesem Sinne geäussert. Die eine derselben unterschied auch sehr genau diese Quasi-Analyse von einer wirklichen. Sie gab bestimmt an, immer nur Einen Ton wahrzunehmen, aber zu wissen, dass es zwei seien, weil ihr der Eindruck unangenehm sei. Nur die Octave wurde meist nicht unangenehm gefunden und dementsprechend als Ein Ton beurteilt. Sonst wurde immer auf zwei Töne, von Seiten der älteren Dame sogar immer auf drei geraten, mochte das Intervall der beiden gleichzeitigen Töne sein, welches es wollte. (Der Grund für die Unannehmlichkeit des Eindrucks ist hier wol nicht in den Schwebungen zu suchen, die z. B. bei Quinten in höherer Lage,

und bei kurzem Anschlage auch sonst, kaum merklich sind. Er liegt vermutlich in der Undeutlichkeit des Eindrucks. Ein einzelner Klang mit hervortretendem Grundton hat eine bestimmte Tonhöhe; ein Zusammenklang nicht. Für den Musiker, der diesen analysiren kann, hat eben jeder Teilklang bez. dessen Grundton seine besondere Höhe. Wer aber zur Analyse unfähig ist, dem muss ein Zusammenklang als Ton von unbestimmter Höhe und gegenüber den gewohnteren Einzelklängen als ein in gewisser Hinsicht undeutlicher Toneindruck, ähnlich einer „schmutzigen" Farbe, erscheinen. Namhaft machen kann er freilich auch die Höhe des Einzelklanges niemals: aber dieser scheint ihm doch in der oft gehörten und namentlich vom Clavier her bekannten „jedem Ohre klingenden" Klangreihe einen Platz einzunehmen, was von den Zusammenklängen nicht gilt. Übrigens sind ja auch vielen Naturvölkern Zusammenklänge widerwärtig, und wahrscheinlich aus verwandten Gründen.)

Gefühle gehören also ebensowenig wie vorausgehende Erfahrung zu den integrirenden Bedingungen der Analyse. Ganz unentbehrlich ist keine einzige psychische Fähigkeit ausser der des Wahrnehmens überhaupt.

So sind wir in den Grundlagen zu der einfachsten, nächstliegenden und von den Meisten gebilligten Annahme zurückgeführt: Mehrere gleichzeitige Töne können empfunden und grobe Unterschiede derselben ohne Weiteres bemerkt werden, feinere erst bei Übung und sonst günstigen Umständen. Aber man wird die Discussion der Schwierigkeiten und die Kritik der entgegenstehenden Annahmen nicht für unnütz erklären, da auf diesem Wege allein nicht blos eine wirkliche Überzeugung über die Frage gewonnen sondern auch der Grund des ganzen weiteren Baues gelegt werden konnte und überdies eine Reihe allgemeinerer Begriffe und Principien aus der Theorie der Sinneswahrnehmung zur Untersuchung kam.

§ 18. Physiologische Voraussetzungen der Klanganalyse.

Die psychologische Theorie der Empfindungen stützt sich zunächst mit Überspringung der Nervenprocesse direct auf die genaue Betrachtung der Wahrnehmungen, die wir durch äussere Reize erhalten. Die Ergebnisse bilden dann ebensoviele Postulate, welche zusammen mit anatomischen Daten die physiologischen Bedingungen der Empfindungen erschliessen helfen. Ist dies bis zu gewissem Grade geschehen, so kann aus den so gebildeten Vorstellungen über die nervösen Grundlagen hie und da auch deductiv Einiges über die Natur der Empfindungen erschlossen werden.

Aus diesem Verhältnis der physiologischen und der psychologischen Forschung über Empfindungen folgt, dass wir an jedem Punct unsrer Untersuchungen die Consequenzen derselben nach der physiologischen Seite im Auge behalten müssen. Hier speciell gilt es, über die Kraft der Gründe klar zu werden, welche der Annahme anatomisch getrennter Nervenelemente für verschiedene gleichzeitige Töne das Wort reden, sowol in dieser allgemeineren Fassung als in der speciellen Durchführung, die man als Lehre von der Schneckenclaviatur zu bezeichnen pflegt.

Insoweit solche anatomische Sonderung der tonerzeugenden Processe sich etwa auch unabhängig von den psychologischen Betrachtungen wahrscheinlich machen lässt, liefert sie zugleich eine Bestätigung für diese. Denn es wäre nicht abzusehen, wozu derartige anatomisch-physiologische Einrichtungen getroffen sein sollten, wenn nicht zur Ermöglichung des gleichzeitigen Hörens.

Daran werden sich weiter einige Untersuchungen schliessen, die das Princip der specifischen Energien betreffen und in ihren Consequenzen ebenfalls nicht blos für die physiologische Erklärung, sondern auch für die Beschreibung der Empfindungstatsachen selbst von Wichtigkeit sind.

I. Anatomische Vorrichtungen.

1. Postulat der anatomischen Sonderung.

Wenn wir mehrere gleichzeitige Tonreize als mehrere gleichzeitige Töne empfinden, so scheint mir der Schluss unvermeidlich, dass irgendwo im Organismus, sei es im Ohr oder erst im Gehirn, eine physische Zerlegung der in das Ohr dringenden Gesammterregung stattfinden muss.

Jedenfalls muss das Princip gelten, dass den Unterschieden unsrer Empfindungen Unterschiede der letzten physischen Processe (derjenigen, an welche unmittelbar Empfindung geknüpft ist) correspondiren. Nun könnte man allerdings fragen, ob nicht durch die besondere Form der Gesammtwelle, beziehungsweise die Beschaffenheit der chemischen oder elektrischen Processe, die von ihr im Nervensystem erregt werden, die Mehrheit gleichzeitiger Töne sich begreifen liesse, ohne dass wir eine locale Zerlegung dieser Processe annehmen[1]). Machen wir dies concret an der Gesammtwelle der vereinigten Töne einer grossen Terz (bei gleicher Amplitude und anfänglicher Phasendifferenz 0) oben S. 28, 4:5. Diese Gesammtwelle enthält innerhalb ihrer Periode 5 Wellen des höheren, 4 des tieferen Tones. Aber man wird schwerlich in ihr irgendwelchen Anlass entdecken, sich durch zwei Empfindungen geltend zu machen. Die 5 Maxima und die 5 Wellen des höheren Tones finden sich allerdings in ihr wieder, wenn auch wesentlich verändert (nach Höhe und Länge variirend). Man kann also, wenn man die Anzahl der successiven Anstösse in der Secunde und die dadurch bedingten letzten physiologischen Processe als massgebend für die Tonempfindung ansieht, den höheren Ton erklären. Aber wo bleibt der tiefere?

---

[1]) Lotze sprach sich in der Med. Psychol. 270 dahin aus. „Wirken zwei Töne gleichzeitig ein, so werden ihnen auch stets zwei Reihen periodischer Impulse in dem Nerven entsprechen und es wird mithin an den Gegenständen wenigstens nicht fehlen, welche den Inhalt zweier gesonderten Empfindungen bilden können, indem sowol die eine als die andere zusammengehörige Reihe jener ausgezeichneten Werte (Maxima) nach der Frequenz ihrer Wiederkehr als besonderer Ton percipirt werden würde.“

Die mathematische Betrachtung mag in der Modification der Sinuswellen des höheren Tons die Existenz des tieferen erkennen. Aber der Nerv? Wenn die Zahl der successiven Erregungen für ihn massgebend ist, um eine bestimmte Empfindung zu erzeugen — und welche andere Annahme sollte man machen — so kann er eben nur den höheren Ton erzeugen. Setzen wir nun für die Schwingungen einen chemischen oder elektrischen Vorgang, so wird die Sache in keinem Fall besser: die zeitliche Gliederung bleibt dieselbe oder fällt ganz weg. Ich meine natürlich nicht, dass die Empfindung in einem Zählen der Impulse bestände oder darauf beruhte. Die Forderung ist nur die: es müssen in der Beschaffenheit der Erregung, welche den Nervenendigungen und weiter den Nerven und Ganglien mitgeteilt wird, irgendwelche — ganz einerlei welche — Momente sein, welche es möglich erscheinen lassen, dass durch den Einen Reiz zwei Töne in der Empfindung erzeugt werden, und welche variiren je nach der Combination dieser Töne. Dies eben scheint mir nicht geleistet zu werden, solange nicht irgendwo eine locale Sonderung der den Tönen entsprechenden Processe angenommen wird.

Hiernach betrachte ich die Fähigkeit des Menschen, mehrere Töne gleichzeitig zu hören, als einen Beweis für eine anatomisch-physiologische Zerlegung des tonerzeugenden Processes und diese Zerlegung selbst nicht als eine blosse Hypothese sondern als eine Forderung der Theorie. Helmholtz spricht dies zwar, soviel ich sehe, nicht direct aus, aber nach der ganzen Anlage seiner Untersuchung und Darstellung dürfte es auch seiner Meinung entsprechen.

Auch die Einflusslosigkeit der Phasenverschiebungen auf die Gehörserscheinung würde sonst wieder nicht begreiflich sein, da doch sehr wesentliche Unterschiede in der Form der Gesammtwelle damit verknüpft sind. Findet Sonderung der Gesammtwelle in Sinuswellen Statt, so ist auch dieser Umstand begreiflich, ja notwendig.

Ausserdem gibt es speciellere Erscheinungen, welche für eine anatomische Sonderung der Töne sprechen. So die Schwierig-

keit des Trillerns in der Tiefe, genauer die Schwierigkeit der Unterscheidung der getrillerten tiefen Töne. Diese Erscheinung stellt HELMHOLTZ (235) als entscheidenden Grund hin, da sie nur unter der Voraussetzung begreiflich sei, dass Teile von geringerer Dämpfungsfähigkeit (längerer Nacherregung) diese Töne vermitteln, dass also hohe und tiefe Töne anatomisch getrennt sind.

Auf partielle Anästhesien wies HELMHOLTZ gleichfalls zuerst als auf eine Bestätigung hin. Seitdem sind solche Fälle genauer untersucht und beschrieben; wir haben I 403 f. die wichtigsten Beispiele zusammengestellt [1]). Ebenso lassen sich die partiellen Hyperästhesien anführen (I 269 SPALDING's g^1; ferner I 413) [2]). Sodann die partiellen Verstimmungen (Doppelthören I 266 f. 275). Auch die Möglichkeit, durch die Aufmerksamkeit Obertöne und Combinationstöne einzeln zu verstärken, weist auf einen local gesonderten Angriffspunct für jeden solchen Ton hin (s. u. § 22). Endlich lässt sich das ungleiche Verhalten der Schwebungen in verschiedenen Regionen nicht gut anders als durch anatomische Verschiedenheit der Träger erklären, wenn auch für das Zustandekommen von Schwebungen überhaupt ein Hilfsprincip notwendig wird (§ 27).

HELMHOLTZ stützt durch diese Tatsachen, soweit er sie heranzieht, nicht blos die anatomische Sonderung der Tonreize im Allgemeinen, sondern die von ihm speciell ausgebildete concrete Anschauung von der Schneckenclaviatur. Und sicher-

---

[1]) Weiter vgl. GRADENIGO, A. f. O. XXVII 105 f. (Taubheit für mittlere Region als besonderer Typus). KIRCHNER, Sitz. Ber. d. Würzburger med.-phys. Ges. 1887 S. 78. (Ein musikalisch feingebildeter Mann hörte zwischen C und c^4 auf dem Clavier in jeder Octave nur zwei bis fünf Töne, in der viergestrichenen Octave alle. Ursache wahrscheinl. Syphilis.)

[2]) Auch Reflexe sind zuweilen an ganz bestimmte einzelne Töne geknüpft, und nicht blos etwa dann wenn diese besonders stark gehört werden. So wurde ein stark schwerhöriger Mann, wenn ihm die kräftig angeschlagene c^4-Gabel vor das rechte Ohr gehalten wurde, für einige Secunden ganz schwindlig (optisch und motorisch); während fis^4 und überhaupt andere hohe und tiefe Gabeln keinen Schwindel erzeugten. JACOBSON im A. f. O. XXI 294 f.

lich dienen sie gerade dieser bestimmten Form der Vorstellung besonders zur Stütze. Aber sie würden für die anatomische Isolirung im Allgemeinen auch dann eine Stütze bleiben, wenn diese bestimmtere Form der Lehre aufgegeben werden müsste. Einen ganz zwingenden Beweis liefert kaum eine der zuletzt angeführten Tatsachen, weder für die speciellere Form der Lehre noch für ihren allgemeinen Grundgedanken; es bleiben für jede dieser Erscheinungen noch andere Erklärungsgründe mehr oder minder leicht denkbar. Aber es wird sich doch kein Nachdenkender dem Eindruck derselben in ihrer Gesammtheit entziehen können.

2. Die Hypothese der „Schneckenclaviatur".

Betrachten wir nun auch die concrete Helmholtz'sche Hypothese selbst, die unter obigem Titel populär geworden ist. Ihr Grundgedanke ist die Zerlegung der Gesammtwelle in Sinuswellen durch gesondert mitschwingende Teile innerhalb der Schnecke; wodurch der Vorgang auf die bekannten physikalischen Gesetze des Mitschwingens zurückgeführt und uns so in seinem Mechanismus vollkommen verständlich wird. Als solche auf verschiedene Töne mitschwingende (abgestimmte) Teile hatte Helmholtz ursprünglich die Corti'schen Bogen angesehen, die, aus äusseren und inneren Pfeilern zusammengesetzt, die Grundmembran der Schnecke überdecken und an Spannweite und Höhe von der Basis bis zur Spitze der Schnecke zunehmen. Nachdem Hasse gefunden, dass die Corti'schen Bogen bei Vögeln und Amphibien fehlen, andererseits Hensen durch Messungen der Grundmembran gezeigt, dass diese selbst von der Basis bis zur Spitze der Schnecke an Breite (um mehr als das 12-fache) zunimmt, hält nun Helmholtz mit Hensen die einzelnen Fasern der Grundmembran für die mitschwingenden und zerlegenden Gebilde. Dass einzelne Faserbündel einer solchen zusammenhängenden Membran in Mitschwingungen geraten können, ohne dass die benachbarten merklich in Bewegung gesetzt werden, zeigt er durch mathematische Deduction.

Die tiefsten Töne werden hiernach (ebenso wie nach der ursprünglichen Hypothese) durch die Spitze oder Kuppel der

Schnecke, die höchsten durch die Basis, dem ovalen Fenster gegenüber, vermittelt.

Über die feineren Bindeglieder des Mechanismus gehen die Anschauungen noch auseinander. Als die eigentlichen peripherischen Endorgane der Hörnervenfasern sind die Haarzellen des Corti'schen Organes (welches ausser den obengenannten Bogen noch verschiedenartige Gebilde in sich befasst) zu betrachten. Sie werden darum auch als Gehörzellen bezeichnet. Hier erst erfolgt die Umsetzung der bis dahin mechanischen Bewegung in den Nervenprocess. Die Corti'schen Bogen können nicht als Nervenendgebilde angesehen werden, weil sie bei Atrophie des Nerven unversehrt gefunden werden.

Während aber Hensen und Helmholtz die Corti'schen Bogen als ein Mittelglied für die Überleitung der Erregung von der Grundmembran auf die Haarzellen auffassen, behauptet A. Böttcher eine directe Einwirkung der Grundmembran auf diese und fasst die Corti'schen Bogen nur als einen Stützapparat [1]) (Waldeyer als einen Dämpfungsapparat).

Das sind intime Fragen der mikroskopischen Anatomie. Aber Eine Bemerkung vom Standpunct unserer Erörterungen möchte ich nicht unterdrücken: die Beobachtungen Hasse's über Vögel und Amphibien bilden an und für sich keinen zwingenden Grund, die ältere Helmholtz'sche Ansicht über die Bedeutung der Corti'schen Bogen aufzugeben. Denn für die Wahrnehmung der einzelnen Töne und gewöhnlicher nicht zu schneller Folgen von Tönen brauchten wir überhaupt keine specificirten Gebilde im Ohr anzunehmen. Dass aber Vögel und Amphibien die Fähigkeit besässen, die Töne eines Accords zu unterscheiden, ist nicht bewiesen,

---

[1]) A. f. O. XXIV (1887) 95 f., 131 f., 151, 320 f. XXV (1887) 1 f. („Wie kommt die Gehörsempfindung in der Schnecke zu Stande?")

Vgl. Schwalbe's Lehrb. d. Anatomie der Sinnesorgane 1887, 362 f. Nach Schwalbe gehen die Fasern der Grundmembran nicht, wie nach Böttcher, aus den Fussplatten der äusseren Corti'schen Pfeiler hervor, sondern sind davon noch durch eine homogene Schicht getrennt. Retzius fand diese trennende Schicht beim Kaninchen sogar noch aus feinsten Fäserchen zusammengesetzt.

ebensowenig, dass es ihnen mehr Schwierigkeit machte, einen Triller in der Tiefe klar zu hören als einen in der Höhe u. s. w. Nun ist es freilich undenkbar, dass beim Menschen, der gleichzeitige ebenso wie aufeinanderfolgende Töne unterscheiden kann, beide Fähigkeiten an verschiedene Organe im Ohr geknüpft wären. Aber nicht undenkbar scheint es, dass der Lauf der generellen Entwicklung ein und dasselbe ursprüngliche Organ allmälig in solcher Weise umgestaltet hätte, dass es erst in seinen höheren Entwickelungsstufen, mit den CORTI'schen Bogen versehen, zur Unterscheidung gleichzeitiger Töne fähig geworden wäre. Auch die Grundmembran hat sich gewiss nicht vom ersten Anfang an dazu geeignet. Sie erscheint nach RETZIUS zuerst bei den Krokodilen fibrillär, deutlicher dann bei den Vögeln und Säugern.

Fragen wir nun nach den Gründen, welche diese besondere und anschauliche Form der Lehre zu stützen dienen. Wenn man offen sein will, wird man vielleicht sagen müssen, dass die Haupttriebfeder zu ihrer Annahme und Festhaltung bis jetzt mehr ein Motiv als ein eigentlicher logischer Grund ist. Nur nach dieser Anschauung eben gelingt es uns, die im Allgemeinen geforderte Isolirung der tonerzeugenden Processe bekannten Gesetzen unterzuordnen; in keiner anderen Weise können wir uns ein concretes Bild von dem Mechanismus der physiologischen Analyse machen. Die Schwierigkeit oder Leichtigkeit, mit der wir etwas unsren bisherigen Begriffen und Anschauungen unterordnen, ist für die Natur kein Motiv, die Sache auf diese Weise einzurichten; aber sie genügt uns, um so lange, als nicht starke Gegengründe vorliegen, an jener Vorstellung festzuhalten.

Wunderbar bleibt es freilich, wie so kleine Teilchen selbst auf tiefste Töne mitschwingen können, die wir durch Saiten von gewaltiger Grösse erzeugen und durch die wir auch nur Saiten von gleicher Grösse zum Mitschwingen bringen können. Doch sind die (Spannungs-Belastungs- u. s. w.) Verhältnisse im lebendigen Organ so himmelweit von denen unsrer Instrumente verschieden, dass wenigstens ein triftiger Einwand daraus nicht entnommen werden kann; und HENSEN's Versuche

an den Hörhärchen von Mysis haben tatsächlich gezeigt, dass hier verschiedene Härchen auf verschiedene Töne eines Klapphorns mitschwingen[1]).

Ausserdem fehlt es indessen auch nicht an Gründen im eigentlichen Sinne zu Gunsten der Hypothese. Die Töne, welche wir nach dem Zeugnis der Wahrnehmung aus einem Zusammenklang heraushören, entsprechen ihrer Höhe nach den aus der Gesammtwelle durch die mitschwingenden Fasern ausgeschiedenen Sinuswellen; z. B. wenn die Wellen 4:5 vereinigt das Ohr treffen, hören wir auch gerade diese Töne aus dem Zusammenklang heraus. Überhaupt treffen die zu erwartenden Consequenzen in Hinsicht des Hörens allerseits zu, oder es lassen sich wenigstens für anscheinende Abweichungen Erklärungen denken (wie für die zu geringe Stärke der Obertöne, s. § 21).

Nicht übel lässt sich auch die grössere Empfindungsstärke und die vorwiegende Neigung zu Hyperästhesien, aber auch die leichtere Alteration der Empfindungsfähigkeit für höhere Töne[2]) aus der Schneckentheorie begreifen: die höheren Töne werden, wie erwähnt, durch die Schneckenbasis vermittelt, an welcher die lebendige Kraft des eindringenden Reizes noch am grössten ist, welche aber zugleich den Schädlichkeiten (momentanen Druckschwankungen, Blutergüssen, fortgepflanzten Entzündungsprocessen u. s. w.) am Meisten ausgesetzt ist, sowol denjenigen, welche Hyperästhesie, als

---

[1]) Vgl. HERM. Hdb. III, 2, S. 100 f.

[2]) Über die Tatsachen s. I 404, 413; auch MOOS, Pathologische Beobachtungen über die physiologische Bedeutung der höheren musikalischen Töne, Z. f. O. II (1872) Abteil. 2 S. 139.

Ich höre ausser dem öfters erwähnten subjectiven *fis*³ sehr häufig kurzdauernde subjective Töne, deren Höhe ich mir seit mehr als 10 Jahren jedesmal notire. Sie liegen (ganz wenige äusserst schwache etwas tiefere Töne ausgenommen) sämmtlich jenseits des *c*¹ nach oben hin. Von grosser Häufigkeit sind Töne der drei höchsten Octaven (der sechs- bis achtgestrichenen), deren genaue Höhe sich allerdings meist nicht bestimmen lässt. Auch OPPEL beschreibt POGG. Ann. 144 S. 476 27 Fälle, die alle zwischen *d*¹ und *b*⁸ liegen.

welche Schwächung und Vernichtung der Empfindungsfähigkeit bedingen können [1]).

Zwingende Beweise sind dies natürlich auch nicht, aber unleugbar gute Gründe.

Man hat die Hypothese auch durch Vergleichung der Anzahl der Fasern mit derjenigen der Töne zu controliren gesucht, und die erstere bald für mehr als hinreichend, bald für zu gering erachtet — je nach der Art, wie man die Fasern und wie man die Töne zählte. Vgl. I 301. Da die isolirbaren Fasern der Grundmembran viel zahlreicher sind als die CORTI'schen Bogen (etwa 4 derselben entsprechen der Fussplatte eines äusseren Pfeilers beim Menschen), so ist die neuere Form der HELMHOLTZ'schen Hypothese hier im Vorteil gegen die ältere. Doch enthält nur die äussere Zone der Grundmembran (Zona pectinata) wirklich isolirbare Radiärfasern. Ihre Anzahl wird beim Menschen von RETZIUS auf 24000, von HENSEN auf 13400 geschätzt. Die Anzahl der äusseren Haarzellen, denen die getrennten Schwingungen überliefert werden sollen, schätzt RETZIUS auf 11500—12000, WALDEYER auf 18000, KRAUSE auf 19800. Was die Zahl der unterscheidbaren Töne betrifft, so dürfte sie sich allerdings noch immer grösser herausstellen, als sie bis jetzt im Maximum gefunden wurde (s. die Berechnung a. a. O. zusammen mit den Nachträgen am Schluss des gegenwärtigen Bandes). Aber sie erreicht eben bis jetzt auch noch lange nicht die angegebenen Zahlen für die anatomischen Elemente. Und selbst wenn sie viel grösser als diese befunden würde, so bliebe noch ein Ausweg. Wir müssen immer im Auge behalten, dass durch die gesonderte Leitung nicht die Unterscheidung aufeinanderfolgender, sondern gleichzeitiger Töne erklärt werden soll. Nur bei aufeinanderfolgenden aber sind bis jetzt genauere Schwellenwerte ermittelt. Die simultane Unterscheidungsfähigkeit ist, obschon noch nicht mit gleicher Genauigkeit untersucht, doch sicherlich ganz bedeutend geringer (§ 23, 1, a). Wenn nun darüber hinaus

[1]) Vgl. BRUNNER Z. f. O. XIII 277 f.

noch feinere successive Unterschiede bemerkt werden, so kann man sich dies so vorstellen, dass nicht blos eine und dieselbe Faser im Stande ist, sich Unterschieden der Schwingungsdauer innerhalb eines gewissen Betrages anzupassen (was unzweifelhaft der Fall ist) sondern dass auch ein und dasselbe mit dieser Faser in Verbindung stehende centrale Hörganglion eine innerhalb desselben Betrages (z. B. einer Halbtonstufe) veränderliche specifische Energie besitzt. Wir werden von diesem bisher allerdings ungewohnten Begriff weiter unten noch zu sprechen haben. Auf diesem Wege wird sogar eine unendliche Zahl von Tonempfindungen, d. h. eine wahre Continuität des Tongebietes denkbar trotz Discontinuität der abgestimmten Gebilde; obschon auch denkbar bleibt, dass die Continuität nicht Sache der Empfindung sondern der blossen Auffassung wäre (I 184 f.).

Man hat ferner durch Tierversuche bald den Beweis bald die Widerlegung der Helmholtz'schen Theorie erbringen wollen. Munk hat die untere Wand der Schnecke bei Hunden weggebrochen und sagt, dass diese Tiere, nachdem sie zunächst 14 Tage taub gewesen, später nur auf tiefe Töne und Geräusche durch Reflexbewegungen reagirten; was also mit Helmholtz' Lehre übereinstimmen würde.[1] Unter seiner Leitung unternahm Baginsky ausgedehntere Versuche in gleicher Richtung und mit ähnlichem Ergebnis.[2] Andrerseits führt Stepanow Versuche an Meerschweinchen in's Feld, welche nach Zerstörung der oberen Schneckenteile gleichwol noch auf tiefere Töne reagirten, und erklärt damit die Helmholtz'sche Hypothese für abgetan.[3]

Als Tonreize benützte Baginsky ein von Munk zusammengestelltes Pfeifensystem von C_1 bis c^5 (9 Pfeifen; die mittleren liessen sich aber durch Verschiebung des Deckels noch verschieden

---

[1]) Monatsberichte der Berliner Akademie, Mai 1881.

[2]) Virchow's Arch. f. pathol. Anat. 94 (1883) S. 65 f. Ein Vortrag Baginsky's auf dem internationalen Mediciner-Congress in Kopenhagen 1886, der mir nur aus einem Referat (Z. f. O. XXV 138) bekannt ist, scheint sich nicht auf neue Versuche zu beziehen.

[3]) Monatsschrift f. Ohrenheilkunde 1888 Nr. 4 (S. 85 f.)

abstimmen). Nur bei einem Teil der Tiere gelang die schwierige Operation. Nach Anbohrung der Schneckenspitze reagirten diese Hunde einige Tage nach der Operation, als sie sich von derselben erholt hatten, noch auf keinen Ton; nur der Knall eines Zündhütchens schreckte sie auf. Dann reagirten sie auf c^5, dann auch auf c^4, c^3, einige auch noch schwach auf c^2. Dabei blieb es aber, solange sie lebten. Der umgekehrte Versuch bei Wegnahme eines Knochenstückchens der Schneckenbasis gelang weniger. Eine grössere Zahl von Hunden blieb hier taub, ausser gegen den Knall des Zündhütchens. Etliche reagirten nach einiger Zeit auf hohe wie tiefe Töne, wenn auch stärker auf letztere. Eine geringere Anzahl endlich reagirte längere Zeit hindurch blos auf tiefe Töne (die 3 bis 4 tiefsten Octaven der Reihe), doch wurden auch diese nach 3—4 Wochen wieder für hohe Töne empfindlich und schienen zuletzt normal zu hören. Durch nachträgliche Section wurde jedesmal Umfang und Art der Zerstörung genauer controlirt. Baginsky hat Nichts über die absolute Anzahl der Versuche angegeben, ebensowenig über die Stärke der angewandten Töne.

Die Schnecke des anderen Ohres wurde in einer Reihe dieser Versuche ganz zerstört, in einer anderen Reihe einer gleichen Verstümmelung unterworfen. In beiden Fällen waren die Ergebnisse die genannten.

Dagegen vermochte Baginsky nach beiderseitiger Ausschaltung mittlerer Partien der Schnecke nicht einen Ausfall mittlerer Tonpartien festzustellen.

Stepanow wählte nach Gellé's Vorgang Meerschweinchen, da man bei diesen Tieren verhältnismässig leicht die gewünschte Zerstörung hervorbringen könne. Dennoch gelangen in der ersten Reihe nur 4 unter 30 Versuchen, in der zweiten 3 unter 10, die übrigen mussten bei Seite gelassen werden. Als Tonquellen dienten eine Harmonica (f—f^2), Violine (in der 1. Serie, wie es scheint, nur deren e^2-Saite), B-Bass (Blechinstrument mit den Tönen G_1—g) und Galtonpfeife mit den allerhöchsten Tönen. Als Reaction betrachtete Stepanow die Reflexbewegungen der Ohrmuschel, welche bei diesen Tieren äusserst regelmässig und bei beliebiger Wiederholung fast nicht schwächer auftreten (vgl. Preyer, Seele d. Kindes 58).

Dieselben wachsen, sagt STEPANOW, mit der Höhe der Töne, treten aber auch nicht bei allen Instrumenten auf, nicht z. B. beim Cello und der Stimmgabel, selbst wenn diese mit Resonanzkasten verbunden vor das Ohr gehalten wird, also sehr starken Ton gibt (seltsam und fast bedenklich). In den Versuchen erfolgten unmittelbar nach der Operation Reflexe auf alle Töne der genannten Instrumente, dann einige Tage Gehörsverminderung, dann Wiedereinstellung; jedoch bei 4 Tieren statt dessen fast gänzlicher Gehörverlust durch Tage und Wochen bis zur Tödtung. Auch STEPANOW machte dann die mikroskopische Untersuchung.

Im Allgemeinen muss man Ergebnissen auf diesem Gebiete um so zurückhaltender gegenüberstehen, je zuversichtlicher sie vorgetragen werden. Schon in dieser Hinsicht scheinen diejenigen BAGINSKY's das grössere Zutrauen zu verdienen. Einwurfsfrei sind sie allerdings auch nicht. Es bleibt namentlich denkbar, dass die Hunde bei grösserer Tonstärke (etwa bei Anwendung des Bombardons) auf tiefe Töne reagirt hätten. Andrerseits würde man freilich hier Obertöne verantwortlich machen können. Man kann dies in der Tat bei STEPANOW's Versuchen. Ausserdem lässt sich gegen diese auch einwenden, dass der Reflex nicht notwendig und ausschliesslich Folge einer akustischen Empfindung zu sein braucht. Deshalb möchte ich bezweifeln, ob ganz entscheidende Ergebnisse auf solchem Wege zu gewinnen sind.

Endlich sind pathologisch-anatomische Beobachtungen beim Menschen zur Entscheidung verwertet worden, nämlich die nicht ganz seltenen Fälle von Ausstossung nekrotischer Teile der Schnecke. MOOS und STEINBRÜGGE [1]) fanden bei Nekrose der Basalteile Gehörsverlust für hohe Töne, STEPANOW dagegen wieder [2]) nach Ausstossung der oberen $1^1/_2$ Windungen Erhaltung des Gehörs für alle Töne. Es ist indes gegen

[1]) Z. f. O. X, 1.

[2]) Monatsschr. f. Ohrenheilkunde 1886 Nr. 4, S. 116. 1885 hatten sich bereits GRUBER (das.) und KAUFMANN (Prager med. Wochenschr.) auf Grund ähnlicher Beobachtungen zweifelhaft über die Schneckentheorie ausgesprochen. Auch LUCAE beobachtete einen Fall von Ausstossung

Stepanow — abgesehen davon, dass vielleicht die weichen Teile noch bis zu einem gewissen Grade erhalten und nur das knöcherne Gerüst ausgestossen war — besonders erinnert worden, dass man das gewünschte Resultat in die Patienten gleichsam hinein examiniren kann: sie hören eben mit dem gesunden Ohr und verlegen die Töne in das kranke [1]). Aber die Untersuchungen sind auch in dieser Richtung nicht spruchreif. Nur dass Nekrose der ganzen Schnecke völlige Taubheit bedinge, halten F. Bezold und A. Hartmann für sicher nachgewiesen (während Stepanow, Gruber u. A. auch dies bezweifeln) [2]). Aber daraus würde eben nur folgen, dass die Schnecke für die peripherische Erweckung von Tonempfindungen auf irgend eine Weise unentbehrlich, nicht dass sie in verschiedenen Teilen auf verschiedene Töne abgestimmt ist.

Auch diese Classe von Beobachtungen dürfte, selbst wenn sie mit aller Exactheit gemacht werden — und daran wird es im Laufe der Zeit nicht fehlen — kein entscheidendes Ergebnis liefern, solange man sich auf die Prüfung des Hörvermögens für isolirte Töne beschränkt. Denn die Helmholtz'sche Theorie verlangt nicht einmal unumgänglich, dass die Grundmembran die einzige Brücke zum Hörnerven bilde. Auf einem Clavier erfolgt der Regel nach die Tongebung durch den Anschlag der Tasten, ausnahmsweise und weniger vollkommen

der ersten Windung auf der rechten Seite, während c^3 und c^2 noch gehört wurden, und zwar, wie Lucae mit einiger Sicherheit sagen zu können glaubt, auf dieser Seite, da auch links sehr starke Schwerhörigkeit bestand (A. f. O. XXIV 83, aus dem Bericht über die Naturforscherversammlung zu Berlin 1886). Ähnlich Kirchner, Sitzungsber. der Würzburger medic.-physikal. Gesellsch. 1887, S. 78.

[1]) Vgl. die eingehende Kritik von Moos und Steinbrügge Z. f. O. XVI 245. A. Hartmann das. XVII 111 glaubt sogar nach bestimmten Anzeichen an Simulation bei dem Patienten Stepanow's.

[2]) Bezold Z. f. O. XVI 119 f. (Zusammenstellung aller Fälle von Labyrinthnekrose; vgl. 146 und 191 den von Gruber beobachteten Fall doppelseitiger Ausstossung der Schnecke mit absolutem Gehörverlust für Sprache, Geräusche und Töne verschiedener Instrumente). A. Hartmann Z. f. O. XVII 109 f. (Ergänzungen dazu).

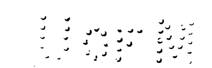
kann sie aber auch durch Zupfen der Saiten erfolgen. So ist es nun auch nicht ein notwendiges Postulat der Schneckentheorie, dass jeder andere Weg der Tonerzeugung unmöglich wäre. Nur dann, wenn solche Patienten nach wie vor die Componenten eines Accords deutlich unterscheiden könnten, dann allerdings würde die Schneckentheorie überflüssig werden. Auf diesen Fragepunct wäre also die Untersuchung zu richten.

Fassen wir zusammen, so bleiben die zuerst erwähnten Gründe, die sich auf allgemeinere Eigentümlichkeiten der Tonwahrnehmungen beziehen, einstweilen immer noch die besten und die Schneckentheorie auf Grund derselben von hoher Wahrscheinlichkeit. Jedenfalls ist sie vorläufig die einzige ganz concrete Fassung des allgemeinen und unabweisbaren Postulates, wonach irgendwo im physischen Gebiet, sei es im Ohr oder im Centrum, eine Zerlegung des Processes stattfinden muss. Wir werden sie daher in dieser ihrer Eigenschaft bei allem Folgenden benützen.

3. Historische und ergänzende Bemerkungen.

Die Verhandlungen über ähnliche Hypothesen reichen weit zurück und sind nicht ohne sachliches Interesse. Schon 1683 hat Du Verney in seinem „Traité de l'organe de l'ouie“ (wovon eine lateinische und eine deutsche Übersetzung erschien[1])) der Lamina spiralis der Schnecke genau dieselbe Function zugeteilt, wie Helmholtz der Grundmembran, indem sie von Anfang bis zur Spitze der Schnecke immer schmäler werde und die einzelnen Streifen, durch die verschiedenen Töne selbständig bewegt, auch gesonderte Fasern des Gehörnerven in Erregung setzten, der in der Lamina spiralis ausgebreitet sei. Nur würden hiernach die tieferen Töne gegen die Basis, die höheren gegen die Spitze hin liegen. Le Cat acceptirte diese Hypothese 1744 (Traité des sensations, Amsterdam, p. 60). Haller spielt in seinen Elementa Physiologiae (1757 f.) darauf an. Merkwürdig und bis jetzt noch nirgends hervorge-

[1]) Aus der deutschen (S. 82 f.) citirt v. Wittich in den Königsberger Medic. Jahrb. 3. Heft (1861); aus der lateinischen Schapringer Z. f. O. IV 123. Im Original steht nach Harless (Wagn. Handw. IV) die bezügliche Stelle II 96.



hoben ist eine Äusserung des jugendlichen HERDER (Werke hrsg. von SUPHAN IV 102): „Wir gehen die Schraubengänge (des äusseren Ohres) und das Tympanum des Ohres vorbei ... und da treffen wir ein Saitenspiel von Gehörsfäden an, die in Zahl, in Lage, in Verhältnis gegen einander, in Länge verschieden, gleichsam auf den modificirten Schall warten (unter Schall versteht HERDER ein Aggregat einfacher Töne, das. 97 f.). Warum war ein Nerv nicht zureichend? Warum sind nicht alle Fibern in gleicher Stärke da?" u. s. f. HERDER hatte eine eigentümliche Begabung, Anschauungen sich zu eigen zu machen, die eine Zukunft hatten und uns oft wie geniale Anticipationen erscheinen. Diese hatte er wahrscheinlich bei HALLER gefunden. Weiter ist es in GEHLER's Wörterbuch der Physik (1828) IV 1208 als eine Hypothese von KERNER und AUTENRIETH erwähnt, dass das Trommelfell durch seine kürzeren oder längeren Fasern gleichsam verschieden klingende Saiten für tiefere und höhere Töne abgebe; und hat nach S. 1211 TREVIRANUS und vor ihm bereits SCARPA die verschiedenen Nervenzweige in der Schnecke den verschiedenen Tönen zugeteilt. Ein verdienstvoller Anatom soll sogar behauptet haben, dass die Schnecke mehr für die Saiteninstrumente, die Bogengänge (wegen ihrer Form) für die Blasinstrumente da wären. CHLADNI, der diese naive Ansicht erwähnt, lässt jeden Ton durch das Ganze der Nervenendigungen zu Gehör kommen (Akustik § 241). Dagegen hielt unter den Philosophen HERBART Localisation der Töne im Organ für wahrscheinlich, und zwar wegen der gesonderten Empfindung gleichzeitiger Töne.

Unmittelbar vor HELMHOLTZ war wol die Meinung überwiegend, dass jede Faser jeden Ton empfinde. Vgl. HENLE Handb. der allgem. Anat. 1841, S. 748. LOTZE Med. Psych. 269 f. 342. Herbartianer strenger Observanz, wie VOLKMANN (Grundriss der Psychol. 1856, 68) wichen in diesem Punct sogar von der Lehre des Meisters ab, durch dasselbe Motiv bestimmt, welches sie auch veranlasste, die (ursprüngliche) Mehrheit der gleichzeitigen Tonempfindungen selbst zu leugnen. Einen plausiblen Grund gegen die Isolirung der Töne im Ohre brachte jedoch nur WAITZ, Grundlegung der Psychol. (1846) 105: Man müsse erwarten, dass



dann die Töne uns auch flächenhaft ausgebreitet und angeordnet im Bewusstsein erschienen [1]). Dass Harless gegen seine persönlichen unmusikalischen Erfahrungen durch Überlegung gezwungen einen analysirenden Apparat und sogar bereits, wenn auch zögernd, das Corti'sche Organ als solchen vermutet, ist hier zu wiederholen (o. 18). Aber noch 1859 nannte Dubois-Reymond (Rede auf J. Müller, Berl. Akad.) diesen Gegenstand einen fast hoffnungslos dunklen.

Nach dem Erscheinen des Helmholtz'schen Werkes (1863) hielten nur Einzelne an der vorherigen Anschauung fest. So Valentin (Physiol. Pathologie 1864, II 110). Nachdrücklich opponirte Rinne, ein verdienter und den Otologen wolbekannter Autor, in Henle's und Pfeufer's Z. f. rationelle Medicin 1865, XXIV 39, wenn auch nicht mit medicinischen sondern psychologischen oder eigentlich metaphysischen Gründen (o. 20). Aber vergeblich sucht man bei ihm nach einer positiven Erklärung, wie ein ganz einheitlicher Toneindruck auf rein psychologischem Wege in eine Mehrheit zerfallen kann. Wir haben einen solchen Versuch gemacht, scheiterten aber damit (o. 14, 23 f.).

Gegenwärtig ist Voltolini, Ohrenarzt, wol der entschiedenste Gegner der Lehre. Aber in seinen Auslassungen (Virchow's Arch. f. pathol. Anatomie Bd. 100, 1885, S. 27 f.) findet man keine rechte Begründung und wird das Hauptproblem, die Möglichkeit des gleichzeitigen Hörens, gar nicht berührt.

1886 erklärte auf der britischen Naturforscherversammlung Rutherford die Lehre für unhaltbar, weil die Fasern der Grundmembran zu kurz und ihre Länge zu wenig abgestuft sei. Er

[1]) Derselbe Punct schien mir früher (Urspr. d. Raumvorst. 300) bedenklich; doch könnte man, meinte ich, vielleicht noch die Hilfsannahme versuchen, dass die Töne zwar wirklich einen verschiedenen Ort in der Empfindung hätten, aber jeder immer denselben, wodurch der Tonraum ebenso bedeutungslos für unser Bewusstsein würde, als wenn er gar nicht existirte. Neuerdings nimmt aber noch W. James an der obigen Consequenz, die er für unvermeidlich hält, derart Anstoss, dass er die Helmholtz'sche Hypothese um ihretwillen ablehnen möchte (Journ. of Specul. Philos. XIII 84—5. Mind. XII Nr. 46 p. 186). Darüber vgl. noch unten S. 125 Anmerkung.

lässt den Hörnerven einfach die Anzahl der getrennten Anstösse, die er von der Schallwelle empfängt, ebenso getrennt dem Gehirn zutragen und durch diese Zahl die Tonhöhe bestimmt sein, und beruft sich auf Versuche am Kaninchenmuskel, der bis zu 352 elektrische Impulse in der Secunde getrennt aufnehme und als Muskelton von entsprechender Höhe hören lasse[1]). Wir sehen wiederum das eigentliche Problem ganz umgangen; ja RUTHERFORD findet gerade darin eine Schwierigkeit, wie es möglich sei, dass drei getrennte Empfindungen *c*, *e* und *g* in der Empfindung der Harmonie zusammenschmelzen. Wären sie in der Schnecke getrennt, so müssten sie sich doch im Gehirn wieder vereinigen und die Trennung sei überflüssig. Dass er mit der „Verschmelzung" an etwas Richtiges gerührt hat, ist sicher, aber die Betrachtungen bewegen sich eben psychologisch wie physiologisch nur auf der Oberfläche.

Nicht übergehen dürfen wir eine Hypothese, welche zuerst wol 1872 in einer Dissertation von Osw. BAER[2]) auftaucht. Mit HELMHOLTZ über die Notwendigkeit eines zerlegenden Apparats einig, glaubte BAER (Schüler von WALDEYER und GOTTSTEIN) denselben doch aus anatomischen Gründen nicht in der Grundmembran sondern erst in den Haarzellen des CORTI'schen Organs zu finden, und weist u. A. nicht mit Unrecht darauf hin, dass HENSEN's Versuche an den Hörhärchen von Mysis (o. 93) sich directer auf diese als auf die HENSEN-HELMHOLTZ'sche Anschauung anwenden lassen, da die Härchen unserer Haarzellen viel eher als Analogon der Hörhärchen des Krebstieres gelten können als unsre Grundmembran.

Sicher ohne Kenntnis dieses Schriftchens gelangte der amerikanische Physiker ALFR. MAYER in den schönen akustischen Untersuchungen, wovon ein anderer Teil bereits I 212 besprochen ist, zu derselben Anschauung[3]). Er vermutet mit Anderen in den

---

[1]) The Sense of Hearing. A Lecture etc. 6. Sept. 1886. (Separat gedruckt; nicht in den Reports der British Association). BERNSTEIN hat übrigens schon früher die Zahl der motorischen Impulse bis etwa 1000 steigern und die Töne hören können (PFLÜG. Arch. XI (1875) 91).

[2]) Über das Verhältnis des heutigen Standpunctes der Anatomie des CORTI'schen Organs zur Theorie der Tonempfindungen. Breslau 1872.

[3]) Researches in Acoustics. Nr. 5. American Journ. of Science and Arts VIII Nr. 44 (Aug. 1874). Da diese Arbeit in Deutschland fast un-

Fühlern der Insecten zugleich Tast- und Hörorgane. Beim Culex Mosquito nun, dessen Fühler sehr zahlreiche und elastische Fasern besitzen, beobachtete er an etwa einem Dutzend Exemplaren das Mitschwingen bestimmter Fasern auf bestimmte Gabeltöne. In seiner Tabelle sind für 9 Gabeln (c, dann c^1 bis c^3) die Schwingungsweiten der bezüglichen Faserenden in Bruchteilen von Millimetern angegeben. Die Töne, welche bedeutendere Mitschwingungen erzeugten, lagen zwischen c^1 und c^3 (in welcher Region wol auch ungefähr das Gebrumme dieser Insecten liegt). Mayer nahm dann sorgfältig die Maasse zweier Fasern, die auf c^1 und c^2 mitschwangen, und construirte nach denselben Verhältnissen ihr Modell im Grossen. Es zeigte sich, dass die Schwingungen dieser Modelle in der Tat im Octavenverhältnis standen [1].

Mayer ist gleichwol nicht der Ansicht, dass der Apparat zur Zerlegung der Klänge für die Empfindung, zur Unterscheidung der Tonhöhen diene. Vielmehr schreibt er ihm nur die Leistung zu, welche Trommelfell und Gehörknöchelchen beim Menschen erfüllen: Aufnahme und Leitung des akustischen Reizes überhaupt. Die Stimme des Weibchens hat eben keine hinreichend feste einzelne Tonhöhe, und so musste sich der Hörapparat des Männchens auf einen gewissen Umfang von Schwingungszahlen anpassen. (Beim Weibchen selbst ist der Apparat überhaupt viel weniger entwickelt, was für seine akustische Bedeutung spricht.)

Mayer betrachtet daher seine Beobachtungen ebensowenig wie die analogen Hensen's als eine Bestätigung für die Helmholtz'sche Deutung der Grundmembran beim Menschen. Dagegen vermutet er in den zwischen der Lamina reticularis und der Grundmembran ausgespannten Haarzellenfäden („hair-cell-cords"), deren Zahl auch mit der höheren Entwickelung des Ohres zunimmt, das zerlegende Organ. Sie könnten unter gewöhnlichen Umständen aber nicht direct, sondern durch Vermittelung der Grundmembran erregt werden.

---

bekannt ist (selbst Graber citirt in der unten zu erwähnenden Schrift nur ein Referat darüber), so charakterisire ich sie etwas eingehender.

[1]) Nach weiteren fein erdachten Versuchen Mayer's sollen die Insecten durch diese Gehörfasern zugleich die Schallrichtung erkennen und zwar viel genauer als irgend eine andere Tierclasse.

Und dies benützt MAYER zu einer experimentellen Controle. Unter analogen physikalischen Bedingungen schwingen nämlich (nach MELDE) die Saiten nur halb so oft als die Membran. Setzt man nun eine Gabel auf den Schädel nahe an's Ohr, so gelangen die Schwingungen durch Knochenleitung auch direct in alle Teile des inneren Ohres. In solchem Fall muss also, schliesst MAYER, ausser dem gewöhnlich gehörten Ton auch dessen höhere Octave hervortreten. Wirklich fand er und ein zweiter, musikalisch wie physikalisch gebildeter, Beobachter dies bestätigt, derart dass bei Gabeln der eingestrichenen Octave fast nur der höhere Ton beobachtet wurde.

Ich habe den Versuch mit den Gabeln c, c^1, c^2, c^3, c^4 wiederholt, kann aber von dieser Erscheinung bei den höheren Gabeln absolut Nichts und nur bei c eine Spur davon finden. Aber auch hier kein Überschlagen in die Octave. Vor Allem viel mächtigere Intensität. Dabei scheint allerdings der erste Oberton auch relativ etwas stärker, die Klangfarbe heller zu werden, obgleich es nicht leicht ist, hier abzusondern, was von der Klangfarbenänderung auf Rechnung der absoluten Verstärkung kommt. Aber nicht einen Augenblick bemerke ich ein Überwiegen des höheren Tones. Der Mechaniker Herr WESSELHÖFT in Halle, der sich besonders viel mit akustischen Arbeiten beschäftigt, glaubte bei c Anfangs die Angabe MAYER's bestätigt zu finden, überzeugte sich aber bald durch Vergleichung mit der c^1-Gabel, dass er sich getäuscht hatte. Bemerkenswert erschien mir im Gegenteil eine Vertiefung des Tones, wenn ich mit dem Gabelgriff den Tragus zuklappte und die Gabel von aussen darauf hielt; zugleich ein starkes Klirren im Ohr, welches die Klangfarbe merklich in's Dröhnende verändert. Beides fand auch Herr WESSELHÖFT. Das Klirren ist sicher auf die Gehörknöchelchen zurückzuführen, die Vertiefung (die auch schon bei blosser Annäherung der Gabel eintritt) wol auf die I 256 besprochenen Umstände.

Mit den CORTI'schen Haarzellen parallelisirt V. GRABER die „chordotonalen" Vorrichtungen, in denen er das Hörorgan der Insecten erblickt, ohne sich jedoch über ihre Function in Hinsicht der Tonhöhen-Unterscheidung auszusprechen [1]).

[1]) Die chordotonalen Sinnesorgane der Insecten. Arch. f. mikroskopische Anatomie Bd. 20 und 21; bes. 21 S. 128. Bei den experi-

Neuerdings glaubt auch GELLÉ (Ohrenarzt) nach Versuchen an einem Modell, wo die Schwingungen sehr stark auf die nachgebildeten Haarzellen, viel schwächer auf die Fasern der Grundmembran übergingen, nicht diese sondern die Haarzellen als das zerlegende Organ auffassen zu müssen [1]).

Man muss jedenfalls eine solche weitere, dritte Modification in der Ausführung des HELMHOLTZ'schen Grundgedankens, der Zerlegung durch mitschwingende Teile, im Auge behalten. An Dem, was für uns wesentlich ist, würde dadurch nichts geändert. Wir lernen aber daraus, dass es für die Durchführung des allgemeinsten Postulates, der anatomischen Zerlegung überhaupt, noch manche Wege gibt, auch wenn der gegenwärtig bevorzugte wieder verlassen werden müsste.

Endlich sei noch einer Ergänzung kurz gedacht. KESSEL hat in jüngerer Zeit auch für das Trommelfell wieder (vgl. o. TREVIRANUS) ein selbständiges Verhalten seiner Radiärfasern gegenüber hohen und tiefen Tönen in Anspruch genommen (einen Teil will er auch für die Geräusche reserviren) [2]); und neuestens vermutet

---

mentellen Beweisen, dass nicht bloss Tastempfindungen in den Insecten (Schwaben, Wanzen, Wasserkäfern) durch Tonreize erregt werden, hat GRABER, wie mir scheint, doch die Tastempfindungen bei uns selbst zu gering angeschlagen (Bd. 21, 84 f.). Bei Luftleitung sind sie freilich selten merklich, aber durch Vermittlung des Zimmerbodens werden uns oft genug deutliche Erzitterungen fühlbar, und diese Möglichkeit scheint mir bei GRABER's Versuchen nicht hinreichend ausgeschlossen. Die morphologisch-vergleichenden Schlussfolgerungen dürften daher in dieser Hinsicht gewichtiger sein als die auf's Experiment gegründeten. Immerhin will GRABER nicht gerade akustische Qualitäten in unsrem Sinn, sondern nur eine besondere Classe von Empfindungen neben den Tastempfindungen statuiren. Noch weniger zuversichtlich ist J. RANKE, der bei einigen Acridiern „Gehörstäbchen" von abgestufter Länge fand, bezüglich der dadurch gelieferten Empfindungsqualitäten; indem er auf eine Entwicklung und Umbildung der specifischen Energien hindeutet (Z. f. wissensch. Zoologie 1875 Bd. 25).

[1]) Ich kenne nur das Referat Z. f. O. XVIII 342.

[2]) A. f. O. XVIII 151. KESSEL macht die Hypothese zur Erklärung gewisser akustischer Erscheinungen, gegenseitiger Beeinflussungen von Tönen und Geräuschen, welche an der Stelle erfolgen sollen, wo die entsprechenden Fasern aneinandergrenzen.

in ähnlicher Weise A. Fick nach Versuchen mit künstlichen Membranen von Phonautographen, dass das Trommelfell ein Resonatorensystem analog der Schnecke darstelle. Ebene Membranen bevorzugen auffällig ihre Eigentöne, dagegen resoniren trichterförmig gekrümmte und mit einem starren unsymmetrisch eingefügten Radius (wie es der Hammerstiel ist) versehene ungefähr gleich gut auf alle Töne, indem die Membran dadurch in Streifen von verschiedener Länge und Spannung zerlegt wird [1]).

Da jedoch nach Politzer's experimentellem Nachweise die Gehörknöchelchen noch die unveränderte Gesammtschwingung mitmachen [2]), so kann man nicht daran denken, im Trommelfell selbst etwa denjenigen Zerlegungsapparat zu finden, der den Nervenfasern räumlich getrennte Erregungen vermittelte. Fick hebt auch ausdrücklich hervor, dass es sich bei diesem ersten Resonanzapparat nur darum handeln könne, die Bewegungen der Art nach unverändert, aber mit grösserer Amplitude auf die Gehörknöchelchen zu übertragen, als wenn diese direct durch die Luft erregt würden. Die Schneckentheorie kann und soll also dadurch nicht beseitigt sondern nur ergänzt werden.

II. Specifische Energien.

1. Ältere und neuere Fassung der Lehre.

Unter specifischer Energie verstehen wir die Fähigkeit eines nervösen Gebildes (sei es Faser oder peripherisches oder centrales Endgebilde), in Folge einer ihm eigentümlichen physischen Beschaffenheit eine Empfindung von bestimmter Eigentümlichkeit zu erzeugen.

Das Princip der specifischen Energien in seiner älteren (J. Müller'schen) Fassung statuirt für jeden Sinn eine besondere Nervengattung, durch deren Beschaffenheit die Qualität der bezüglichen Empfindungen bestimmt ist, während sie von der Beschaffenheit des Reizes unabhängig ist. Dadurch sollte erklärt werden, warum wir mit dem Auge bei jeder Art von

---

[1]) Verhandlungen der Würzburger med.-physik. Gesellsch. XX 73 f. (1886). A. f. O. XXIV 167 f.

[2]) A. f. O. I 64.

Reizung immer Licht, mit dem Ohr immer Töne oder Geräusche empfinden u. s. f. [1]).

In der neueren Fassung, die ihm HELMHOLTZ gegeben, statuirt das Princip auch innerhalb jedes Sinnes besondere Nervenfasern oder Nervenelemente, durch deren Beschaffenheit die Hauptunterschiede der Farben von einander, der Töne von einander u. s. f. bedingt sind, wiederum unabhängig von der Art der Reizung. In voller Ausdehnung hat HELMHOLTZ dies nur beim Ohr durchgeführt, während er beim Auge mit YOUNG nur drei Fasergattungen annimmt, deren verschieden combinirte Erregungen die sämmtlichen Farbenunterschiede hervorrufen.[2])

In letzterer Hinsicht muss ich hier zunächst eine Bemerkung einschalten. Es scheint nicht, dass wir in den sogenannten Mischfarben die Grundfarben wirklich sehen (o. 79), während wir in dem Zusammenklange die einzelnen Töne wirklich hören. Wenn also unter specifischer Energie die Fähigkeit eines Nervengebildes verstanden wird, eine bestimmte Empfindung zu erzeugen, so können die drei Fasergattungen nicht als Träger

---

[1]) JOH. MÜLLER, Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes (1826) 44 f. Lehrb. d. Physiol. (1834) I 751; 3. Aufl. (1840) II 249 f. J. MÜLLER lässt ausdrücklich die Alternative offen, ob die specifischen Energien Eigentümlichkeiten der Nervenfasern oder der centralen Nervenendgebilde seien (1. Aufl. I 762; 3. Aufl. II 261), obgleich jedenfalls die letzteren daran participirten, da auch nach Degeneration der Fasern Phantasmen und bei Druck auf das Gehirn Lichtempfindungen entstehen könnten. Etwas verdunkelt wird die Fassung des Princips bei ihm durch die eigentümliche damit verknüpfte Behauptung, dass der Nerv sich selbst, nicht aber die Qualitäten der äusseren Körper empfinde — ein Gegensatz, der in sich unklar und jedenfalls nicht mit dem hier in Frage kommenden identisch ist. Hier fragt es sich nur, ob jeder Nerv seiner Natur nach jede Empfindung oder nur eine bestimmte Classe von Empfindungen liefern kann.

[2]) In allgemeinster Fassung spricht S. EXNER das Princip aus: „Nach den heutigen Anschauungen bringt jede sensible Nervenfaser, sie mag auf welche Weise immer erregt werden, eine Empfindung in das Bewusstsein, welche sich von jeder Empfindung, die von einer anderen Nervenfaser geliefert wird, unterscheidet". (HERM. Hdb. II, 2, S. 207.)

von eben sovielen specifischen Energien bezeichnet werden. Sie mögen dabei immer ihren Erklärungswert behalten und sogar als reale Elemente des Nervus opticus angesehen werden — es ist hier nicht unsre Sache, in dem Streit zwischen Helmholtz und Hering Stellung zu nehmen —: aber sie haben jedenfalls mit dem Princip der specifischen Energie Nichts zu thun. Vielmehr müsste bei allen Mischfarben schon im physiologischen Gebiet irgendwo wieder eine Vereinigung der drei Grundprocesse stattfinden und dem so entstandenen einheitlichen Processe dann die gesehene Farbenqualität entsprechen.

Der Tonsinn selbst aber, innerhalb dessen wir nach dem Vorausgehenden das Princip auch in der erweiterten Helmholtz'schen Fassung anerkennen müssen, gibt noch zu mehreren Detailfragen in dieser Beziehung Anlass, und zunächst:

2. Über die Träger der specifischen Energien.

Sind die Energien Eigenschaften der peripherischen Nervenendgebilde oder der Nervenfasern oder der centralen Endgebilde (Rindenganglien)?

Es handelt sich nicht etwa darum, wo die Empfindung sitzt d. h. an welches Gebilde sie unmittelbar geknüpft ist, sondern darum, wo die specifische Energie sitzt d. h. durch welches Gebilde die Beschaffenheit der Empfindung in letzter Instanz bestimmt ist, mag dann der Process auch noch weiterlaufen und an anderer Stelle Empfindung erregen. Man wird zwar schon aus allgemeineren Gründen geneigt sein, Beides zu identificiren; aber notwendig ist dies nicht. Es wäre z. B. denkbar, dass die einer Schneckenfaser eigentümliche Schwingungsdauer, vermöge deren diese Faser aus der Gesammtwelle eine Sinusschwingung aussondert, selbst bereits die gesuchte specifische Energie darstellte. Dies wäre sogar die anschaulichste Annahme, die den Vorteil hätte, an Stelle des blos abstracten Begriffes eine physikalische Definition zu setzen. Den Sitz der Empfindung könnte man dabei immerhin in der Rinde suchen; aber ihre Qualität wäre bereits in der Schnecke vorausbestimmt.

Viele dürften in der Tat das Verhältnis mehr oder we-

niger ausdrücklich so auffassen. Es würde dann folgen, dass z. B. bei einer pathologischen Verdickung einer Schneckenfaser durch diese ein veränderter Ton erzeugt würde. Aber die Faser wird eben auch nicht mehr auf denselben objectiven Ton wie früher, z. B. *e*, reagiren, sondern auf einen entsprechend tieferen z. B. *d*. Der objective Ton *e* dagegen wird nun durch eine andere ebenfalls veränderte Faser vermittelt werden, und so bleibt für das empfindende Bewusstsein Alles beim Alten.

Ist dagegen die specifische Energie eine Eigenschaft der Nervenfasern oder der centralen Ganglien, so wird in einem solchen Falle durch den objectiven Ton *e* zwar ebenfalls eine andere Schneckenfaser als vorher erregt: aber da diese zugleich mit einer anderen Nervenfaser (bez. Ganglienzelle im Gehirn) in Verbindung steht, so muss jetzt auch ein anderer Ton als früher bei dem objectiven *e* zur Empfindung kommen.

Wir haben schon früher auf diesen Unterschied der Consequenzen hingewiesen und gesehen, dass die Erscheinungen des Doppelthörens der letzteren Consequenz entsprechen (I 275). Ebenso ist die Erhöhung einer ausschwingenden Gabel nur unter der zweiten Voraussetzung begreiflich. Die Schwingungsdauer der erregten Gruppe von Schneckenfasern ändert sich hier ebensowenig wie die der Gabel selbst, durch welche jene zum Mitschwingen genötigt werden. Aber indem die schwerer erregbaren Schneckenfasern nach und nach zu schwingen aufhören, und die leichter erregbaren, welche übrig bleiben, mit Ganglien für höhere Töne in Verbindung stehen, muss sich der Ton in die Höhe ziehen.[1])

Diese Beobachtungen lassen nun also die Annahme bevorzugen, dass die Nervenfasern oder die centralen Ganglienzellen des Acusticus Träger der specifischen Tonenergien sind. Bezüglich dieses „oder" wiederum wird man wol für die Ganglien entscheiden, da es doch von vornherein das Wahrscheinlichste ist, dass die specifischen Energien denselben Sitz haben wie

[1]) I 256—57, 259. Über die dort noch offen gelassene Alternative entscheiden wir uns unten (Nr. 3).

die Empfindungen, und diese keinen anderen als die Gehirnganglien (entstehen ja Hallucinationen auch bei Atrophie der Nervenfasern)[1]).

Helmholtz steht auf diesem Standpunct, wenn er (245) zur Erläuterung der specifischen Energien die Nerven mit Telegraphendrähten vergleicht, welche vermöge desselben elektrischen Stromes je nach den Endapparaten, mit denen sie in Verbindung stehen, Depeschen liefern, Glocken läuten, Minen entzünden. In Consequenz dieser auch sonst verbreiteten Auffassung wird man auch die Träger der specifischen Energien innerhalb eines Sinnesgebietes erst im Centrum suchen können, obgleich sowol hinsichtlich des Ohres als namentlich des Auges die Ausdrücke der Schriftsteller und die Fragestellung der Forscher oft keineswegs damit stimmen; — glaubte man doch die drei Fasergattungen bereits in der Stäbchenschicht der Netzhaut bei Vögeln und Reptilien gefunden zu haben.

Hering scheint dagegen geneigt, ausdrücklich auch die Nervenfasern, nicht blos die Centren, als Träger der specifischen Energien anzusehen; während er zugleich die Energien innerhalb eines Sinnes nicht als verschiedene Fähigkeiten verschiedener Fasern, sondern als Fähigkeiten aller Fasern zu einer gewissen Anzahl verschiedenartiger, paarweise entgegengesetzter Erregungen auffasst. In letzterer Beziehung vgl. seine Farben- und Temperaturlehre und neuestens seine Vorbemerkungen zu Hillebrand's scharfsinniger Arbeit über die specifische Helligkeit der Farben, Sitzungsbericht der Wiener Akademie, Februar 1889, S. 70. In ersterer Beziehung vgl. „Lotos. Jahrb. f. Naturwissenschaft." N. F. Bd. V. (1884) S. 115; ferner daselbst Bd. IX. (1888) S. 21.

Auch Mach hat schon früher wenigstens die Möglichkeit verteidigt, dass bereits in den Nervenfasern die gesuchten Unterschiede lägen. (Österr. Zeitschr. f. prakt. Heilkunde 1873 S. 335.) Und Soviel ist ja gewiss, dass wir sie in den Centren bis jetzt ebensowenig wie in den Fasern finden; aber auch, dass die da-

---

[1]) Vgl. u. A. Griesinger, Pathologie und Therapie der psychischen Krankheiten § 54.

raus erhobenen Einwände beide Annahmen gleichmässig nicht treffen.

3. Accommodation der specifischen Energien innerhalb enger Grenzen des Reizes.

Es ist eine weitere nicht unwichtige Frage: Verursachen die durch eine einfache Schwingung gemeinsam und gleichzeitig erregten benachbarten Schneckenteilchen einen einzigen Ton oder eine ihrer Anzahl entsprechende Anzahl von Tönen?

Notwendig werden durch eine einfache Tonwelle ausser demjenigen Teilchen (Faser der Basilarmembran), dessen Eigenschwingung jener Tonwelle genau entspricht, auch die benachbarten miterregt, deren Eigenschwingung, wenn sie für sich allein schwingen, nur wenig von der des erstgenannten Teilchens verschieden ist. Sie schwingen in gleicher Schwingungsdauer, aber entsprechend geringerer Stärke mit. Wir glauben in solchem Falle einen einzigen Ton zu hören. Aber man könnte Dies für eine beständige und unvermeidliche Täuschung erklären, da die Unterschiede der Töne eben zu gering seien, um wahrgenommen zu werden. Daher die obige Alternative.

Wenn die specifische Energie eine Eigenschaft der peripherischen Nervenanhänge ist, so kann nur Ein Ton empfunden werden; da die durch Eine Schwingung erregten Teilchen, solange der Reiz dauert, nur in der gleichen Schwingungsdauer wie jene selbst schwingen können. Erst wenn der Reiz aufhört, machen sich die Eigenschwingungen geltend (Helmholtz 236). Wenn aber die specifische Energie eine Eigenschaft der Fasern oder Ganglien ist, so kann eine Vielheit von Empfindungen im genannten Falle resultiren; ja man wird zu folgern geneigt sein, dass eine solche resultiren müsse.

Wir haben diese Frage bei mehreren Untersuchungen des ersten Bandes, um nicht vorzugreifen, offen gelassen und die Fragen, bei denen sie dort in Betracht kam, unter beiden Voraussetzungen behandelt (I 256; 118 mit 425).

Jetzt wollen wir zeigen, dass die Vielheit der Empfindungen keine notwendige, vielmehr höchst wahrscheinlich eine falsche Annahme ist. Dem objectiv einfachen Ton entspricht

auch nur Eine Tonempfindung. (Dabei sehen wir ab von den etwaigen Obertönen, welche ja nicht der einfachen Schwingung sondern Vielfachen derselben entsprechen und sich der Höhe nach von dem Grundton nicht minimal sondern sehr beträchtlich unterscheiden würden. Ob Obertöne immer und notwendig auch von einfachen Reizen subjectiv hervorgerufen werden, untersuchen wir später, § 21 Schluss. Hier handelt es sich nur um die angebliche Vielheit von — gegen 60 — unmittelbar benachbarten minimal verschiedenen Tönen.)

Den Ganglienprocess und dessen Gesetze kennen wir nicht; und sicherlich besteht er nicht in Schwingungen derselben Art wie die Schwingungen der Schneckenfasern. Aber denkbar bleibt es vor Allem, dass die durch eine gleichartig gereizte Gruppe von Schneckenfasern ebenfalls gleichartig gereizte Gruppe von Ganglien sich zu einer gemeinsamen Energie ebenso vereinigt, wie jene zu einer gemeinsamen Schwingungsdauer. Eine solche Accommodation innerhalb enger Grenzen beobachten wir ja auch objectiv in gewissen Fällen: benachbarte und nicht allzuverschieden schwingende Körper beeinflussen sich gegenseitig zur Erzeugung einer gemeinsamen gleichartigen Schwingungsdauer; oder, wenn blos die Phasen verschieden sind, accommodiren sie sich in dieser Beziehung. [1]) Dass die Ganglienzellen, in welche benachbarte Schneckenfasern münden, auch benachbart seien, ist

[1]) Huygens beobachtete das Erstere bei den Schlägen zweier Pendeluhren, die er an Einem und demselben Stücke Holz befestigt hatte. S. Leibnitz, Opp. philos. ed. Erdmann p. 134 (oder dessen „Kleinere philos. Schriften", Reclam's Bibl. Nr. 1898 f. S. 70). Alfred Mayer, Pogg. Ann. 146 S. 113 gibt an, dass zwei zusammen angeschlagene Stimmgabeln zuweilen keine wahrnehmbaren Stösse geben, dass sie eine gemeinsame Oscillation von gleicher Schwingungsdauer erzwingen, obgleich sie einzeln angeschlagen verschieden schwingen. Rayleigh, Philosophical Magazine 1879 p. 156 f., beobachtete bei zwei nahezu gleichgestimmten Pfeifen, deren offene Enden nahe bei einander standen, ebenfalls keine Schwebungen. Der entstehende Ton war höher als der jeder einzelnen Pfeife. Bosanquet (ibid. p. 299) beobachtete, dass bei zwei gedackten Pfeifen unter gleichen Umständen der Ton tiefer wurde als der jeder einzelnen. Der Gegenstand bedürfte, wie er mit Recht hinzufügt, noch der Bearbeitung. Über Accommodation der Phasen bei

zwar nicht eine selbstverständliche, aber doch eine wahrscheinliche Annahme.

Hiemit würde nun allerdings gegeben sein, dass die specifischen Energien der Ganglienzellen (bez. Nervenfasern) nicht ganz unveränderlich wären und nicht ganz unabhängig von äusseren Einflüssen. Aber im Grunde ist eine absolute Unveränderlichkeit organischer Gebilde überhaupt ein Unding. Es kann sich nur fragen, innerhalb welcher Grenzen und durch welche regelmässigen Einflüsse etwa die Veränderung stattfindet. Darüber lässt sich a priori Nichts bestimmen; man wird aber zugeben, dass die obige Anschauung etwas für sich hat.

Gehen wir nun aber in die psychologische Discussion ein, so ergibt sich diese Anschauung nicht blos als eine mögliche, sondern als die höchstwahrscheinlich richtige.

Wenn ein starker Ton mit bedeutend schwächeren, doch nicht allzuschwachen, zusammenklingt, so kann ein geübter Akustiker, wie wir im § 22 näher darlegen, die schwächeren subjectiv verstärken und dadurch ihre Existenz im Tonganzen, wenn er sie anfänglich nur vermutete, über allen Zweifel erheben. Eine lebhafte antecipirende Vorstellung des herauszuhörenden Tones kommt diesem Process wesentlich zu Gute; aber der herausgehörte Ton selbst ist nicht blosse Vorstellung sondern Empfindung. Dies lässt sich bei den Obertönen unschwer constatiren. Dasselbe müsste aber auch in unsrem Falle möglich sein, wenn neben dem Ton, welcher durch die stärksterregte Faser (deren Eigenschwingung genau der objectiven Schwingung entspricht) geliefert wird, noch eine Reihe nach oben und unten benachbarter Töne von den benachbarten Fasern dazugeliefert würden. Nach HELMHOLTZ' Tabelle der Intensitäten des Mitschwingens (238), die uns genauere Massbestimmungen einstweilen vertreten muss, schwingt ein um eine halbe Tonstufe entferntes Schneckenteilchen (d. h. ein Teilchen, welches, für sich allein erregt, einen um eine Halbstufe höheren

---

Pfeifen WUNDT[3]I 436; über Accommodation der Intensitäten im gleichen Falle GRIMSEHL in WIED. Ann. XXXIV 1028.

Ton liefern würde) noch mit etwa $^1/_{10}$ von der Intensität des am stärksten erregten Teilchens mit. Einen Oberton, dessen Stärke sich zu der des Grundtons wie 1:10 verhält, können wir aber noch ganz wol heraushören. Auch die lebhafte antecipirende Vorstellung kann in unsrem Falle leicht von einem musikalischen Bewusstsein erzeugt werden; denn einen Ton, der um eine Halbstufe höher ist als ein gegebener, können wir uns mit aller Deutlichkeit vorstellen. Es müsste also auch eine merkliche Verstärkung dieses mitklingenden Tones, umsomehr also eine deutliche Analyse des Klanges möglich sein.

Ein um $^1/_4$ Tonstufe von dem mittleren entferntes Teilchen der Gruppe schwingt nach der Tabelle mit $^1/_3$ der Intensität mit. Hier ist die antecipirende Vorstellung zunächst weniger deutlich, man kann in der Phantasie nicht so leicht Vierteltöne auseinanderhalten als Halbtöne; aber dafür wäre der Ton auch von um so beträchtlicherer relativer Stärke. Auch er müsste also unschwer herausgehört werden.

Keine Spur davon zeigt selbst die genaueste Beobachtung.[1]) Es ist also anzunehmen, dass unsre Tonempfindung

[1]) Ich will nicht verschweigen, dass einfache milde Töne zuweilen eine eigentümliche Dehnbarkeit hinsichtlich ihrer Höhe zu besitzen scheinen, die mich vorübergehend der gegenteiligen Ansicht günstig stimmte. Vgl. die Bemerkungen über den Einfluss der Willkür auf die scheinbare Tonhöhe I 243—4, 261. Wenn man den Ton einer Stimmgabel seiner Höhe nach durch die Violine wiederzugeben sucht, kann es geschehen, dass man innerhalb eines Vierteltones schwankt. Wenn man eine Flasche anbläst, deren Ton in der kleinen Octave liegt, und den bezüglichen Ton am Clavier dazu sucht, kann jener z. B. bald wie *f* bald wie *fis* klingen; er scheint dem von beiden Tönen gleich, den man gerade spielt. Aber dies beruht nur auf einer Unsicherheit des Urteils in Folge der ungewohnten matten Klangfarbe; warum sollte es sonst nicht ebenso bei schärferen Klängen eintreten, da doch die Anwesenheit von Obertönen den Grundton seiner Höhe nach als empfundenen nicht beeinflusst. Wie sollten auch Obertöne es zuwege bringen, die qualitative Ausdehnung des Grundtons enger zu begrenzen? Die Dehnbarkeit ist in den genannten Fällen also nur eine scheinbare. Und selbst wenn sie eine wirkliche wäre, wenn der Ton wirklich in der Empfindung seine Höhe innerhalb einer Halbstufe durch die augenblickliche Richtung der Aufmerksamkeit veränderte, so wäre dies immer noch

trotz der grösseren Anzahl beteiligter Schneckenfasern und Ganglienzellen eine streng einfache ist. Man könnte eine solche Abteilung der Basilarmembran bez. des akustischen Centrums, welche von einem objectiv einfachen Ton erregt auch nur Eine Empfindung gibt, als „akustischen Empfindungskreis" bezeichnen.

Zu einer Ergänzung dieser Anschauungen werden uns die Untersuchungen über die Tonhöhe bei Schwebungen (§ 27) führen. In diesem Falle, wo zwei verschiedene objective Schwingungen auf eine gemeinsame Gruppe von Schneckenteilchen wirken, vernimmt man allerdings unter besonderen Umständen zwischen den beiden Tönen und gleichzeitig mit ihnen einen dritten; was sich aber, wie wir sehen werden, ungezwungen den hier entwickelten Vorstellungen über die specifischen Energien und über die begrenzte Accommodationsfähigkeit derselben unterordnet.

Dass mit dem Gesagten das Princip der specifischen Energien innerhalb des Gehörsinnes nicht wieder aufgehoben wird, leuchtet ein. Es bleibt dabei, dass verschiedene akustische Nervenelemente Töne verschiedener Höhe erzeugen, und nicht jedes Element jeden Ton. Die einzige Modification oder vielmehr nähere Bestimmung der Lehre, die wir hinzufügen, besteht darin, dass die empfundene Tonhöhe, welche ein bestimmtes Nervenelement erzeugt, nicht in allen Fällen absolut die gleiche, starr unveränderliche ist, sondern innerhalb einer engbegrenzten Sphäre veränderlich, und zwar in Abhängigkeit von der Zahl der Schwingungen des bezüglichen Schneckenteilchens, die ihrerseits wieder von der objectiven Schwingungszahl bestimmt ist.

Nebenbei ist es auch ein Vorteil dieser Anschauung, dass damit alle Einwände, welche sich auf eine Vergleichung der Zahl der unterscheidbaren Töne und der dafür disponiblen

---

etwas ganz Anderes, als wenn wir ausser einem mittleren noch gleichzeitig andere um je einen Viertelton nach oben und unten von ihm verschiedene Töne hörten. Dehnbarkeit wäre noch nicht Ausdehnung.

Nervenfasern (bez. deren peripherischen oder centralen Endigungen) gründen (o. 94), principiell abgeschnitten sind. Ja es kann hienach das Tonreich sogar ein continuirliches sein trotz Discontinuität der abgestimmten Nervenelemente. Wir sind nicht genötigt, die stetige Erhöhung eines Tones als blosse Täuschung der Auffassung zu bezeichnen; sie kann eine Tatsache der reinen Empfindung sein. Doch halte ich nach wie vor auch das Erstere für möglich, da uns minimale Unterschiede notwendig entgehen.

4. Individuelle Verschiedenheit und Entwickelung der specifischen Energien.

Es ist nichts Anderes zu erwarten, als dass die vorangehend besprochenen Einrichtungen für die Zerlegung der Schwingungen im Organ, wie auch die Differenzirung der Ganglienzellen im Gehörcentrum individuellen Verschiedenheiten unterliegen. Das Ohr und Gehörcentrum des Unmusikalischen mag sich zu dem des musikalisch Veranlagten ähnlich verhalten wie die seitlichen Teile der Netzhaut zu dem gelben Fleck. Bei aufeinanderfolgenden Tönen würde sich dies nicht in demselben Masse geltend machen wie bei gleichzeitigen, weil kleinere Unterschiede im ersteren Fall nach dem eben Gesagten auch durch eine und dieselbe Gruppe von Schneckenfasern und Gehirnganglien zur Empfindung kommen können. In der Tat zeigen sich die auffallendsten individuellen Unterschiede, die ganze Kluft zwischen musikalischen und unmusikalischen Ohren erst bei gleichzeitigen Tönen.

Ebenso mag in den ersten Anfängen des individuellen Lebens, auch nach der Geburt, noch eine gewisse Entwickelung der inneren Hörapparate stattfinden, eine Differenzirung der Basilarmembran und des Centrums, wodurch denn auch die specifischen Energien sich schärfer sondern und vermehren. Es würden hienach vor hinreichender Sonderung objective Töne von bedeutender Verschiedenheit nur als Ein mittlerer Ton empfunden (nicht blos beurteilt), ebenso wie dies gegenwärtig von Seite des Erwachsenen und Musikalischen bei äusserst geringen Differenzen stattfindet, die unterhalb der Empfindungs-

schwelle liegen. Dass aber doch schon im ersten Lebensjahre Töne von nicht sehr verschiedener Höhe recht gut auseinandergehalten werden, beweist jeder Säugling, der auf die Stimme der Mutter, der Amme, der Geschwister verschieden reagirt. Tatsächliche Belege für den als denkbar zugegebenen Process fortschreitender Differenzirung in der ersten Zeit könnte nur die mikroskopische Anatomie liefern. Die Beobachtung der Functionen führt viel mehr zu der Ansicht, dass das Kind in Hinsicht seiner Empfindungsfähigkeit den Mutterleib als gemachter Mann verlässt. Es bestehen nur Hindernisse im äusseren Organ (z. B. Ausfüllung des Gehörganges), die bald verschwinden, und natürlicherweise eine absolute Unsicherheit in richtiger Auffassung, die erst während der langen Kindheit, ja während des ganzen Lebens sich ausbildet. Der Übung im individuellen Leben können wir hier wie überall keinen oder nur einen unmerklichen Einfluss auf die unmittelbaren anatomischen Grundlagen unsrer Sinnesempfindungen zugestehen. Alles was sie leistet, lässt sich auf Erleichterungen der Auffassung zurückführen. Lässt man diese selbst auch organisch bedingt sein und diese organischen Bedingungen sich individuell entwickeln, so sind die betreffenden centralen Einrichtungen doch jedenfalls ganz andere als die für die Sinnesempfindungen selbst, da eben Veränderungen der Auffassung im weitesten Umfang ohne Veränderung des Empfindungsinhaltes stattfinden.

Dass endlich nicht blos pathologische Zufälle sondern auch normale Rückbildungen im Alter die anatomischen Grundlagen der Tonanalyse beeinträchtigen können, versteht sich; auch begreifen wir auf Grund der HELMHOLTZ'schen Lehre, dass wiederum gerade das gleichzeitige Hören besonders darunter leiden muss. [1])

[1]) Es ist bekannt, dass Schwerhörige es am wenigsten vertragen, wenn gleichzeitig Mehrere sprechen und sie die einzelne Stimme aus der Masse heraushören sollen. Von BEETHOVEN heisst es auch in musikalischer Hinsicht, „er habe mit dem linken Ohr noch einzelne oder wenige Stimmen, nicht aber Massen auffassen d. h. in ihre Einzelheiten eindringen können“ (vgl. Tonpsych. I 378).

Kaum bedarf es der Bemerkung, dass auch durch diese Zugeständnisse, speciell durch die als möglich, wenn auch gar nicht als bewiesen, zugegebene Differenzirung der Höreinrichtungen in der ersten Zeit nach der Geburt das Wesentliche der Lehre von den specifischen Energien nicht angetastet wird; und zwar weder in der älteren noch in der neueren Fassung, welche verschiedene Energien auch innerhalb Eines Sinnes annimmt. Wir halten nicht blos daran fest, dass die Fasern (bez. Centralgebilde) des Acusticus ihrem angeborenen Wesen nach nur Schall empfinden können, sondern auch daran, dass verschiedene derselben ihrem angeborenen Wesen nach verschiedene Töne empfinden.

Im Gegensatz zu der älteren Form der Lehre haben G. H. Meyer und Lotze [1]), im Gegensatz auch zu der neueren

[1]) G. H. Meyer, Untersuchungen über die Physiologie der Nervenfaser 1843. S. 54 f. Lotze „Seele und Seelenleben" in Wagner's Handw. d. Physiol. III (1846), abgedruckt in „Kleine Schriften" II, wo die betr. Ausführungen S. 31 f. stehen. Medic. Psychol. 186 f. („Specifische Gewohnheiten"). In der neuen „Metaphysik" (1879) finde ich die Möglichkeit einer Anpassung nicht mehr betont, aber Lotze verhält sich auch da (ebenso in den Psychologie-Dictaten von 1880/81) skeptisch gegen die specifischen Energien und sucht zu zeigen, dass die sogenannten inadaequaten Reize doch durch Vermittlung adaequater Reize wirken könnten, z. B. der elektrische Strom auf den Geschmacksnerv durch Zersetzung der Mundflüssigkeit. Aber es entsteht auch bei der Durchleitung des Stromes durch die Paukenhöhle, welche von der Geschmacksfasern enthaltenden Chorda tympani durchkreuzt wird, ein sauerer Geschmack, der auf die Zunge verlegt wird; wie vielfach und auch von mir selbst beobachtet worden ist. Stromschleifen bis zur Zunge sind schwerlich daran Schuld; sonst müssten auch bei der Durchleitung des Stromes durch andere Kopfteile, die der Zunge näher liegen, Geschmacksempfindungen entstehen. Urbantschitsch berichtet einen Fall, wo auch durch mechanische Betupfung der Chorda tympani abwechselnd süsse und bittere Geschmäcke auf der Zunge erzeugt wurden. A. f. O. XIX 135. Über elektrische Geruchsempfindungen s. Aronsohn, Centralblatt für die medic. Wissensch. 1888 S. 370.

Unklar ist dagegen allerdings gerade die Frage, wie der durch's Ohr geleitete Strom Gehörsempfindungen erzeugt. Die tatsächlichen Angaben sind erst seit Kurzem zahlreicher und übereinstimmender. Ritter, ein älterer Beobachter, hörte g^1, Brenner's Versuchspersonen c^1 und g^1,

Form haben WUNDT (Phys. Psych.[3] I 332 f.) u. A. die Ansicht verfochten, dass die einzelnen Nerven nur darum ausschliesslich bestimmte Empfindungen liefern, weil sie im Laufe des individuellen Lebens durch die äusseren Reize dazu erzogen seien, sich denselben angepasst hätten; indem an jeden Nerv in Folge der besonderen peripherischen Endapparate ausschliesslich oder hauptsächlich diese Classe von Reizen gelangt, an den Ohrnerv Schallwellen, an den Augennerv Lichtwellen u. s. f.

Wenn dies richtig wäre, würde ich nichts weniger als eine wesentliche Umgestaltung oder gar mit WUNDT eine Beseitigung der Lehre von den specifischen Energien darin erblicken. Denn bestritten wird doch nicht, dass wir Erwachsenen mit dem Augennerv nur Licht, mit dem Ohrnerv nur Schall empfinden. Mögen wir nun diese sonderbare Gewohnheit in unsren Kinderjahren erworben oder gleich mit auf die Welt gebracht haben: unstreitig müssen die Nerven (Ganglien) jetzt eine besondere materielle Beschaffenheit besitzen, welche sie zu dieser Functionsweise befähigt und nötigt. Kann

KIESSELBACH dagegen links a^4, rechts h^4, genau die Resonanztöne seiner Ohren. Bei Mittelohrkatarrh ging a^4 auf g^4 herunter. KIESSELBACH schliesst nicht unwahrscheinlich, dass der Ton ein objectiver (d. h. im Organ physikalisch verursachter) war und dass durch den Strom nur die Erregbarkeit des Acusticus derart gesteigert wurde, dass der Resonanzton hörbar wurde. (PFLÜG. Arch. Bd. 31, S. 95 f., 377 f.) Nach WREDEN (Z. f. O. XVII, 1887, S. 113) soll die elektrische Reizung nur indirect wirken, indem durch Reizung des N. facialis der M. stapedius contrahirt und dadurch auf die Endapparate des Hörnerven ein Druck geübt würde. GRADENIGO (Centralbl. f. die medicin. Wissensch. 1888 Nr. 39—41, Allgem. Wiener medicin. Zeitung 1889 Nr. 1) hält es für wahrscheinlich, dass nicht der Endapparat sondern der Stamm und die peripheren Verästelungen des Acusticus, und zwar direct, gereizt werden. Nach seinen zahlreichen Versuchen und denen von POLLAK und GÄRTNER (Wiener klin. Wochenschrift 1888 Nr. 31 und 32) reagirt jedoch der Acusticus des gesunden Ohres auf mittelstarke Ströme überhaupt nicht. Bezüglich der Tonhöhe fand GRADENIGO zwei Classen von Fällen je nach der Versuchsanordnung: ein hohes Klingen (ungefähr c^5) und ein tiefes Sausen (ungefähr C); nur zuweilen einen dritten glockenartigen Klang; auch wol Combinationen jener beiden Erscheinungen, sowie individuelle Unterschiede, aber niemals einen Übergang jener beiden Fälle in einander.

man einem Stück Leder die Leistungen eines Handschuhes, einem ungeschliffenen Lümmel die graziösen Bewegungen einer Tänzerin oder die gesellschaftlichen Allüren eines Lebemannes dauernd beibringen, ohne ebenso dauernd materiell etwas an ihnen zu ändern? Eine Anpassung der Functionen ohne Anpassung der Structur ist ja ein anerkannter physiologischer, um nicht zu sagen logischer Unsinn. Mögen auch die Empfindungen nicht ganz in demselben Sinne Functionen der Nerven genannt werden, wie die Leistungen in den genannten Fällen Functionen der Subjecte, mag man sogar die Empfindungen einem immateriellen Subjecte zuschreiben: die Forderungen der causalen Erklärung bleiben genau die nämlichen. Keine dauernde Veränderung der Wirkungen ohne dauernde Veränderung ihrer Ursachen. Die „Anpassung", welche man wie ein Zauberwort der bisherigen Theorie gegenüberstellt, bildet also gar keinen Gegensatz zu derselben. Sie ist ein Process, der sich zugestandenermassen bereits an uns vollzogen und ein Ergebnis hinterlassen hat, und dieses Ergebnis kann in nichts Anderem als in einer bestimmten Structur der Nervenelemente bestehen, welche sie befähigt, gerade diese und keine anderen Empfindungen im Bewusstsein zu erzeugen, d. h. in einer specifischen Energie.

Aber wie denkt man sich überhaupt diese Entwickelung? Was sollen wir ursprünglich empfunden haben? Soll es weder Schall noch Licht noch Geruch noch Geschmack noch Getast — was soll es denn gewesen sein? Eine verschwundene Urempfindung x? Dann ist die Eigenschaft der sämmtlichen Nervenelemente, wonach sie nur dieses x und keine andere Empfindung trotz verschiedenster Reizung hervorzurufen im Stande waren, doch erst recht eine specifische Energie.

Oder hatten wir ursprünglich nur Eine von den gegenwärtigen Empfindungsclassen, etwa Tastempfindungen? Dann gilt ganz das Nämliche.

Oder empfindet jeder Nerv ursprünglich jede der gegenwärtigen Qualitäten, Farben, Töne, Gerüche, Berührungen, je nach dem Reiz? Und was empfindet er bei galvanischer Reizung? Und wie wäre es möglich, dass derselbe Nerv, der bei

40 000 periodischen Wellenbewegungen aufhörte mit Empfindungen zu antworten, bei 400 Billionen wieder anfinge? Wir müssten also wol noch mehr ursprüngliche Empfindungsclassen annehmen. Schade, dass wir sie durch Entwickelung verloren haben. Aber zeigt überhaupt die Erfahrung, dass ein Nerv Empfindungen blos wegen ihrer Seltenheit verlernt und für andere durch ihre Häufigkeit empfänglicher wird? Eher das Gegenteil. Ist nicht endlich der Tastsinn auch heute noch akustischen Reizen offen? Empfinden nicht Taubgewordene Erzitterungen der Luft oft mit erstaunlicher Feinheit? [1]) Warum nicht als Töne sondern als Berührungen? Warum hören sie nicht im eigentlichsten und wörtlichsten Sinne mit den Fingerspitzen? [2])

---

[1]) Beispielsweise bemerkt Helen Keller (die zweite Laura Bridgeman) Pfeifen und gewöhnliche Töne der menschlichen Stimme durch die Hand, wenn sie von dem Pfeifenden oder Sprechenden an der Hand gefasst wird; im anderen Falle merkt sie Nichts davon. Mind 1889, Nr. 54, p. 305.

[2]) Ich weiss wol, dass das fabelhafte Lesen oder Schmecken mit der Herzgrube von Seiten der Somnambulen in neueren Versuchen an Hypnotischen und Hysterischen sein reelles Seitenstück findet. Binet veröffentlicht soeben eine Reihe ausführlich beschriebener Versuche mit Hysterischen, welche gegen Berührungen als solche unempfindlich geworden waren, dafür aber ebensoviele helle und dunkle Puncte im Gesichtsfeld erblickten als man Stiche in die Hand machte, und ebensolang als diese Stiche dauerten („Vision mentale“ Revue philos. 1889, p. 337). Ob die tactile Empfindlichkeit vollkommen verschwunden war, scheint doch zweifelhaft, da Einige die „Puncte“ mit „Eindrücken in die Haut“ verglichen („C'est comme si vous me piquiez la peau“), ein Vergleich der doch sonst, bei rein optischen Punctbildern, nicht gerade nahe liegt. In jedem Fall haben wir, wenn solche Versuche sich bestätigen, nichts weiter vor uns als eine sensible Reflexwirkung, eine Reflexhallucination; analog den Fällen, wo beim sanften Bestreichen der Backe ein Geräusch, beim Betupfen des Ohrläppchens Töne von gleicher Dauer mit dem Reiz empfunden werden (s. I 421 f.), oder wo kranke Zähne Schmerzen in den Ohren oder in den Schulter- und Brustdrüsen verursachen (Z. f. O. XII 219, 301) u. dgl. Dabei ist es in der Tat denkbar, dass, wenn einmal eine Leitung von einem Nervengebiet zum anderen sich gebildet hat, bei Reizung des ersten nur die Empfindungen des zweiten auftreten. Die Erregung der centralen Gebilde, an welche

Man hält der Lehre von specifischen Energien entgegen, dass sich unter den Nervenfasern wie unter den Ganglienzellen keine hinreichenden anatomischen oder chemischen Unterschiede finden. Aber sieht man denn nicht, dass solche hinreichenden Unterschiede beim Erwachsenen in jedem Falle, nach jeder Theorie da sein müssen, mögen wir sie finden oder nicht? Wenn man sie also an Leichenpraeparaten von Erwachsenen nicht findet, so würde diese Schwierigkeit, wenn sie überhaupt eine wäre, ganz in gleichem Masse gegen jede beliebige Anschauung gelten.

Aber eine ernstliche Schwierigkeit liegt ja hier nicht vor. Wir finden auch keinen Unterschied zwischen den Eiweissklümpchen, aus denen ein Affe, ein Schwein, ein Mensch entsteht, und doch müssen Unterschiede da sein. Eine sogenannte einfache Zelle besteht aus unzähligen noch einfacheren Teilchen, deren gegenseitige Lagerung verschieden genug sein kann. Gegen die Feinheit der Structur, die wir hier schon aus anderen Gründen annehmen müssen, verschwindet eben die Leistungsfähigkeit der Mikroskope. [1]) Wenn wir aber absolute Mikroskope hätten und auch mit diesen Nichts fänden, so müssten wir eben mit ZÖLLNER in die vierte Dimension gehen, um die Unterschiede dort zu suchen. Da sein müssen sie.

Auch das specielle Argument aus der Continuität des Ton-

Tastempfindung unmittelbar geknüpft ist, mag unter der nötigen Stärke (Schwelle) bleiben, während die Erregung auf den anderen (akustischen, optischen) Nerven überströmt. Dass dies nicht gegen, sondern für die specifischen Energien spricht, leuchtet ein.

[1]) LUDWIG soll einmal gesagt haben: „Wenn uns die chemischen Elemente eines Nerven gegeben sind, wissen wir von der Beschaffenheit desselben nicht mehr als wir von einem Fernrohr wissen, wenn man uns sagt, es bestehe aus Glas, Metall und Kienruss". Auch der elektrische Strom, fügt MACH bei, zeigt uns nur die Aussenseite der Nervenvorgänge. Wir erfahren, dass eine bestimmte Quantität lebendiger Kraft in der Zeiteinheit durch den Querschnitt des Nerven wandert. Welche molecularen Bewegungen es sind, die diese lebendige Kraft befördern, wissen wir nicht. Die verschiedensten Vorgänge können derselben Stromintensität zu Grunde liegen. (Österr. Zeitschr. f. prakt. Heilk. 1873, 335).

gebietes, welches Wundt in der dritten Auflage seines Werkes wiederholt, obschon ich es bereits Tonps. I 184 f. als einen offenbaren Fehlschluss kennzeichnete, würde sich, wenn es beweisend wäre, ganz ebenso gegen seine eigene Lehre kehren, da er erstens mit Helmholtz die Zerlegung der Gesammtschwingung durch die Fasern der Basilarmembran lehrt (I 319 f.), zweitens die Acusticusfasern sich den Schwingungen der Basilarmembran anpassen lässt (ib. 335). Notwendig muss dann auch jede einzelne Acusticusfaser sich den Schwingungen derjenigen Membranfaser anpassen, welche ihr anliegt, d. h. sie muss die entsprechende specifische Energie erwerben und, nachdem sie sie erworben hat, besitzen. Innerhalb enger Grenzen mag die so erworbene specifische Energie immerhin ebenso wie die Schwingungsfähigkeit der Membranfaser veränderlich sein — und daraus würde sich, wie oben erwähnt, eine wirkliche Continuität der Tonempfindungen ableiten lassen —, aber dieser Gedanke bleibt natürlich für die Anhänger der angeborenen Energien ebenso wie für die der erworbenen frei.

So verwickelt sich Wundt in die grellsten Widersprüche. Seine eigene Ansicht führt überall zu derjenigen zurück, welcher er sie entgegensetzt; und die Gründe mit denen er diese bekämpft, gelten ebenso gegen die eigene.

5. Specifische Energien innerhalb der verschiedenen Sinne.

Wir müssen uns bei allem Dem gegenwärtig halten, dass das Princip in der weiteren Ausdehnung, welche ihm Helmholtz beim Tonsinn gegeben, und welche Manche neuerdings wie etwas Ausgemachtes oder gar Selbstverständliches bei allen Sinnen hinstellen, nicht eine notwendige Folge des Princips in seiner älteren und engeren Fassung ist. Wir würden, um dies zu wiederholen, auch beim Tonsinn nicht zur Annahme besonderer Nervenelemente für besondere Töne genötigt sein, wenn nicht die Erscheinungen des gleichzeitigen Hörens und die übrigen angeführten Gründe dafür sprächen. An sich wäre es ebenso denkbar, dass jeder Ton durch alle akustischen Nervenelemente zusammen (oder nur je nach der Stärke durch

verschiedene Mengen derselben) zur Empfindung käme; dass seine Höhe durch deren gemeinsamen Erregungszustand und dieser einfach durch die augenblickliche Schallwelle bestimmt wäre. Und so könnte bei jedem Sinn innerhalb der für ihn zufolge seiner allgemeinen Energie verfügbaren Qualitätengattung die besondere augenblicklich empfundene Qualität durch den besonderen augenblicklichen Reiz [1]) bedingt sein, ohne Verteilung der verschiedenen Erregungsweisen an getrennte Fasern und Ganglien.

Ich bin sogar der Meinung, dass wirklich der Tonsinn uns bis jetzt das einzige wolverbürgte Beispiel einer Durchführung des Princips der specifischen Energien innerhalb eines Sinnes bildet, vorausgesetzt, dass wir nur vom qualitativen Moment der Empfindungen reden. Beim Farbensinn dürfte es sich nach dem oben Bemerkten, auch wenn man die Young-Helmholtz'sche Lehre zu Grunde legt, nicht um specifische Energien handeln, und bei den übrigen Sinnen haben wir keine deutlichen Anhaltspuncte, die Verschiedenheit der einem jeden eigenen Qualitäten an eine verschiedene Structur verschiedener Nervenelemente gebunden zu denken; sie kann einfach bedingt sein durch die Verschiedenheit der Nervenprocesse in den gleichen Nervenelementen.

Die Anschauung erweitert sich aber und die scheinbare Abnormität in der Organisation des Tonsinnes verschwindet, wenn wir ausser dem qualitativen auch das räumliche Moment des Empfindungsinhaltes in Betracht ziehen. Für die Ortsverschiedenheiten unsrer Empfindungen müssen nach nativistischer Anschauung — und diese ist im Princip zweifellos die richtige — ebenso bestimmte physiologische Bedingungen existiren, wie für die qualitativen Verschiedenheiten. Und zwar müssen hier offenbar räumlich getrennte Nervenelemente selbst es sein, welche vermöge einer verschiedenen materiellen Be-

[1]) Einschliesslich der Unterschiede, die etwa durch die Aufnahmsorgane, die Nervenanhänge hervorgerufen werden, wie ja z. B. die Veränderung der Farben beim Übergang von der Mitte zur Peripherie des Sehfeldes in solchen Unterschieden gründen mag.

schaffenheit verschiedene Orte in der Empfindung erzeugen.[1]) Wir müssen deshalb zwei Classen specifischer Energien annehmen: neben den qualitativen (qualitätserzeugenden) die localen (ortserzeugenden).

Vergleichen wir nun zuerst den Temperatur-, Tast- und Muskelsinn mit dem Tonsinn, so hat jeder der ersteren nur eine oder zwei Qualitäten, dagegen höchst zahlreiche Ortsbestimmtheiten der Empfindung (denn wir unterscheiden sowol Temperaturen als Muskelcontractionen als Berührungen bei sonst gleicher Beschaffenheit der Empfindung je nach den Körperstellen); hingegen hat der Tonsinn umgekehrt nur zwei Ortsbestimmtheiten der Empfindung (p und q) bei höchst zahlreichen Qualitäten. Specifische Energien in grosser Zahl brauchen wir also in beiden Fällen, nur sind es im ersteren Fall wesentlich locale, im letzteren qualitative. Der Gesichtssinn hat zwar zahlreiche Qualitäten, aber specifische Energien brauchen wir auch da nur für die localen Unterschiede in grösserer Anzahl (vgl. o. 107[2])). Beim Geruch und Geschmack haben wir weder zureichende Gründe, die qualitativen Verschiedenheiten auf ver-

---

[1]) Ich kann in dieser Hinsicht nicht mehr die in meinem „Urspr. d. Raumvorst." (§ 7.) wenigstens als möglich verteidigte Ansicht gelten lassen, dass die Verschiedenheit des objectiven Ortes selbst schon genügte. Jede Bewegung unseres Körpers verändert den objectiven Ort eines Nervenelementes, aber nicht den empfundenen Ort der bezüglichen Qualität.

Ist nicht die Ortsverschiedenheit als solche, die blosse Isolirung der Nervenelemente, sondern eine materielle Verschiedenheit derselben die Ursache der empfundenen Raumunterschiede, so fällt auch die Schwierigkeit, welche Waitz, W. James und ich selbst früher in der Helmholtz'schen Schneckentheorie fanden, sofern die Verteilung der Töne in der Schnecke auch eine räumliche Ausbreitung und Differenzirung der Töne in der Empfindung zu bedingen schien (o. S. 101). Wir haben keinen apriorischen Grund, anzunehmen, dass jedes isolirt und selbständig functionirende nervöse Element auch einen räumlich getrennten Eindruck geben müsse (was W. Hamilton geradezu als ein Gesetz aussprach).

[2]) Auch S. Exner beruft sich für die specifischen Energien innerhalb des Gesichtssinnes auf die räumlichen Unterschiede der Gesichtsempfindungen. Herm. Handb. II, 2, S. 207.

schiedene Nervenfasern innerhalb jedes Sinnes zurückzuführen [1]), noch brauchen wir zahlreiche topogene Energien, da eine Ortsunterscheidung durch blossen Geruch oder Geschmack, wenn überhaupt, jedenfalls nur mit geringer Feinheit möglich ist.

Wenn man nun auch bei den sogenannten niederen Sinnen zweifeln kann, was zu Einem Sinn zu rechnen ist, da sie einander qualitativ näher stehen als die höheren, so würde sich doch die Zahl der anzunehmenden qualitativen specifischen Energien bei ihnen sogar dann nicht erheblich vermehren, wenn man sie alle zu einem einzigen Sinn zusammenfassen wollte. Man wäre selbst dann nicht genötigt, die Verschiedenheiten der Qualitäten in erheblichem Umfang auf eine verschiedene Constitution getrennter Nervenfasern oder Ganglien zu gründen.

Es erscheint also, den Geschmack und Geruch etwa ausgenommen, das Princip der specifischen Energie innerhalb jedes Sinnesgebietes in ausgiebigem Masse durchgeführt, aber nicht überall so ausgiebig in qualitativer sondern entweder in qualitativer oder localer Hinsicht. Wo besonders zahlreiche topogene Energien ausgebildet sind, sind die qualitativen auf ein Minimum reducirt (und werden Qualitätsunterschiede der Empfindungen nur noch durch die Reize bedingt), sowie umgekehrt. Es liegt hierin eine Art von organischer Ökonomie oder Compensation [2]);

---

[1]) Die o. 118 erwähnten Beobachtungen von Urbantschitsch über Erregungen süsser und bitterer (auch prickelnder) Empfindungen durch mechanische Betupfung der Chorda tympani sprechen, wie Urbantschitsch selbst hervorhebt, nicht dafür, das Bitter und Süss durch verschiedene Fasern empfunden würden. Hypothetisch äussert sich Hensen über eine analytische Thätigkeit der Riechhärchen bei Krebsen in einer Kieler Dissertation von K. May 1887 (S. 31—33); wenigstens nach dem anatomischen Befund lasse sich hier eine Durchführung der specifischen Energien innerhalb des Geruchsinnes annehmen. Innerhalb des Temperatursinnes statuiren einige neuere Physiologen auf Grund von Beobachtungen beim Einschlafen der Glieder und bei Krankheitsfällen eine Trennung wärme- und kälteempfindender Nerven; die Empfindlichkeit für Kälte schwindet z. B. im ersteren Falle eher als die für Wärme. Pflüg. Arch. Bd. 38, S. 93. Bd. 39, S. 96.

[2]) Auch wenn wir Individuen vergleichen, bemerken wir häufig einen

und vielleicht leitet diese Betrachtung in Verbindung mit der Entwickelungsgeschichte noch zu allgemeineren Aus- oder Einsichten. Doch sollte sie hier nur als ein gelegentlicher Durchblick stehen und zugleich Bedenken wegen der Sonderstellung des Tonsinnes beschwichtigen.

Nun müssen wir die psychologische Beschreibung wiederaufnehmen. Sie führt dann auch wiederum zu einer neuen Anwendung des Begriffs specifischer Energie (§ 20).

§ 19. Stufen der Tonverschmelzung.

1. Was Tonverschmelzung ist und was sie nicht ist.

Es wurde bereits im Vorübergehen erwähnt, dass nicht blos gleichzeitige Töne überhaupt gegenüber aufeinanderfolgenden ein besonderes Verhältnis in der Empfindung eingehen, welches ihre Analyse erschwert, sondern dass auch unter den gleichzeitigen Tönen noch Unterschiede in dieser Hinsicht bestehen je nach dem Verhältnis ihrer Schwingungszahlen. Dieser Tatsache müssen wir nun unsre Aufmerksamkeit zuwenden. Ich will sie zunächst an zwei extremen Beispielen erläutern.

Werden zwei Töne, deren Schwingungszahlen sich wie 1:2 verhalten, gleichzeitig angegeben, so können sie nur sehr unvollkommen gesondert werden gegenüber etwa dem Falle, wo unter sonst gleichen Umständen die Verhältniszahlen 40:77 obwalten. Indem ich sage: „unvollkommen", meine ich, dass es sich nicht blos um eine Schwierigkeit handelt, die durch gesteigerte Aufmerksamkeit und Übung beseitigt werden könnte, sondern um eine unveränderliche Eigentümlichkeit des Empfindungsmateriales, welche immer noch übrig bleibt, wenn alle

gewissen Antagonismus der qualitativen und räumlichen Elemente der Wahrnehmungen. Freilich kann die ungleiche Begabung für Zeichnung und für Colorit, die bei Malern oft so auffällig ist, auch noch andere Gründe haben (angeborene oder erworbene Vorliebe). Aber selbst bei Einem Individuum scheint es vorzukommen, dass Ein Auge mehr für die Farben-, das andere mehr für die Formenwahrnehmung geeignet ist; was man doch nicht auf einen Unterschied der Vorliebe zurückführen kann (Solche Fälle citirt Spencer, Principien d. Psychol., deutsch, II 249).

anderen Hindernisse der Analyse beseitigt werden, und welche gerade nachdem die Analyse vollzogen und die Töne deutlich als zwei erkannt sind, ebenfalls erst in sich selbst bemerkt werden kann. Bei 40:77 treten die Töne in der Empfindung so zu sagen mehr auseinander als bei 1:2, sodass im ersten Fall auch der Ungeübte weniger oder nicht in die Gefahr kommt, sie für Einen zu halten, während umgekehrt Octaventöne auch von dem feinsten und geübtesten Ohr nicht in demselben Grade wie die der Septime oder des nichtmusikalischen Verhältnisses 40:77 auseinanderzuhalten sind. Bei dem Ungeübten ist demnach, wenn er gleichzeitige Octaventöne als Einen Ton bezeichnet, ein doppeltes Hindernis der Analyse vorhanden: eines in mangelnder Übung, und eines in den Tönen selbst; eines, welches direct das Urteil, und eines, welches die Empfindung und erst in Folge davon das Urteil beeinflusst.

Das Wesentliche zur allgemeinen Charakteristik des „Verschmelzungs"-Begriffes, wie wir ihn hier verstehen, dürfte mit dem o. 64 f. Gesagten ziemlich erschöpft sein und nur etwa in dem weiteren Rahmen einer allgemeinen Verhältnislehre, die zu den dringendsten Bedürfnissen der philosophischen Wissenschaft gehört, noch deutlicher hervortreten. Wir nannten Verschmelzung dasjenige Verhältnis zweier Inhalte, speciell Empfindungsinhalte, wonach sie nicht eine blosse Summe sondern ein Ganzes bilden. Die Folge dieses Verhältnisses ist, dass mit höheren Stufen desselben der Gesammteindruck sich unter sonst gleichen Umständen immer mehr dem Einer Empfindung nähert und immer schwerer analysirt wird. Auch diese Folgen können zur Definition benützt werden, indem wir sagen: Verschmelzung ist dasjenige Verhältnis zweier Empfindungen, in Folge dessen u. s. f. Aber auf die eine wie andere Weise würde die Sache für Jemand, dem die bezüglichen Erscheinungen und zumal die Tonerscheinungen fremd wären, ein leerer Begriff bleiben. Was es in Wirklichkeit damit auf sich hat, dass Empfindungen ein Ganzes bilden und sich mehr oder weniger dem Eindruck Einer Empfindung nähern, das kann man doch zuletzt nur aus und an Beispielen lernen.

Ich bemerke jedoch, dass die Unterordnung des Begriffes der Tonverschmelzung unter jene allgemeinere Eigentümlichkeit gleichzeitiger gegenüber aufeinanderfolgenden Empfindungen, die wir a. a. O. besprachen, für das Folgende nicht unentbehrlich ist. Die Tonverschmelzung wird für uns immer mehr ein selbständiges, von den Fragen des § 16 und 17 unabhängiges, Interesse gewinnen und würde dasselbe auch beanspruchen, wenn ein ähnliches Verhältnis im ganzen Gebiet der Empfindungen nicht weiter vorkäme. Sie ist nichts weniger als eine zur Lösung jener Schwierigkeiten ausgesonnene Hypothese: sie ist ein sinnliches Phänomen, welches auch beobachtet worden ist, ehe noch jene theoretischen Schwierigkeiten in den Gesichtskreis traten. Es genügt zur Gewinnung des hier notwendigen Begriffes vollkommen, die Unterschiede der Fälle wahrzunehmen und wahrnehmend gegeneinanderzuhalten, welche sich bereits innerhalb des Tongebietes finden und im Folgenden näher beschrieben werden. Man muss die Tonverschmelzungen hören und vergleichen; ebenso wie man, um zu wissen, was ein Ton ist, Töne hören und vergleichen muss.

Vielleicht ist es indessen von Nutzen, auch noch ausdrücklich einige Misverständnisse abzuwehren, die der Name „Verschmelzung" hervorrufen könnte. Er gehört ja zu den psychologischen Ausdrücken, die am meisten misbraucht worden sind, an die sich die unmöglichsten Vorstellungen und ganze fictive Theorien angeknüpft haben; weshalb ich ihn auch nur mit Widerwillen, in Ermangelung eines unverfänglicheren und ebenso oder besser bezeichnenden, gewählt habe.

Es ist also vor Allem nicht gemeint, dass die beiden gleichzeitigen Töne erst nach und nach, wie schnell auch immer, zu einer gewissen Einheit im Bewusstsein zusammenwüchsen. Verschmelzung bedeutet uns hier nicht einen Process sondern ein vorhandenes Verhältnis. Ich würde daher lieber „Schmelz" oder „Schmalz" sagen, wenn dies nicht auch sein Bedenkliches hätte. Auch Ausdrücke wie „auseinandertreten" sind in diesem Sinne eines fertigen Seins zu verstehen, wie sie ja auch bei der Beschreibung architektonischer Formen in ruhendem Sinn gebraucht werden.

Dass die Verschmelzung nicht als Entstehung einer dritten Tonqualität neben den beiden oder statt ihrer anzusehen ist, bedarf nach § 16 und 17 keiner Ausführung mehr.

Speciell müssen wir ferner die Übertragung räumlicher Begriffe ablehnen. Der Naturforscher ist gewohnt, Alles mit Hilfe räumlicher Analogien zu denken, und auch Psychologen, die der exacten Naturforschung näher treten wollten, wie HERBART und BENEKE, benutzten solche in ausgedehntester Weise zu ihren psychologischen Beschreibungen („Sinken und Steigen, Überfliessen“ u. s. w.). Von jeder derartigen Analogie ist hier abzusehen, auch wenn Ausdrücke gebraucht werden, die dazu verleiten könnten. Alles im Raum Ausgedehnte ist ausser einander oder identisch. Aber die gleichzeitigen Töne bieten uns das Beispiel einer Durchdringung; ja einer Durchdringung niederen und höheren Grades. Der Mangel aller räumlichen Anschaulichkeit verschlägt Nichts. Fehlt sie doch schon bei dem Verhältnis von Qualität und Intensität. Bei den psychischen Zuständen als solchen hört sie ohnedies auf (vgl. I 100—104). Den Beobachtungen müssen sich auch hier die Begriffe fügen. Nur ein Widerspruch trägt die Unmöglichkeit von vornherein in sich. Aber dass die zwei Töne zugleich Einer wären, wird nicht behauptet.

Überhaupt dürften die Schwierigkeiten, die man im Begriffe der Tonverschmelzung, wie er hier gefasst ist, noch finden könnte und finden wird, von ähnlicher Art und Herkunft sein, wie die seit alter Zeit gegen den Bewegungsbegriff erhobenen. Und wie der Physiker sich diese nach dem Vorgang des Diogenes, der aus seinem Fasse tretend umherspazierte, mit einem „Solvitur ambulando“ vom Halse schafft, so muss hier in gleicher Weise zunächst ein „Solvitur audiendo“ allem Raisonnement entgegengehalten werden. Dann aber wird sich hier wie dort zeigen, dass die Schwierigkeiten vermieden werden, wenn zuerst die Hereinmischung heterogener Begriffe vermieden wird.

Endlich ist zu bemerken, dass der Ausdruck und Begriff der Verschmelzung hier in keinem, weder in sachlichem noch

historischem Zusammenhang steht mit HERBART's allgemein-psychologischer Lehre, worin die „Verschmelzung“ eine so grosse Rolle spielt; welche daher Jeder, der Kenntnis davon hat, einstweilen der Klarheit halber seinen Gedanken fernezuhalten gebeten wird. Im folgenden Paragraphen, wo es sich um die Ursache und Entstehung der Verschmelzung handelt, werden wir darauf eingehen und zeigen, wie wenig HERBART's Lehre über Verschmelzung überhaupt und über Tonverschmelzung im Besonderen das Richtige getroffen hat.

Nicht viel mehr Berührungspuncte hat unsre Tatsache mit den Vorstellungen, die unter gleichem Namen in der neuesten Psychologie vielfach, und meiner Meinung nach jedesmal mit der Wirklichkeit im Widerspruch, wieder aufgebracht wurden. An einigen derselben wollen wir dies in Kürze darlegen, um auch so das, was wir meinen, durch das, was wir nicht meinen zu verdeutlichen.

Πολλὰ μὲν γὰρ λέγεται περὶ κράσεως, καὶ σχεδὸν ἀνήνυτοι περὶ τοῦ προκειμένου σκέμματός εἰσι παρὰ τοῖς δογματικοῖς στάσεις — könnte man hier mit Sextus Empiricus sagen.

WUNDT erläutert seinen Verschmelzungsbegriff durch zwei Beispiele: Verschmelzung der Obertöne im Klange und der Localzeichen in der Gesichts- (auch in der Tast-) Empfindung (Ph. Ps.[3] II 365. Logik I 11). Im ersten Fall spricht er von intensiver, im zweiten von extensiver Verschmelzung. Er meint jedenfalls: Verschmelzung des Intensiven — des (oder zum) Extensiven; nicht als ob der Vorgang selbst ein verschiedener wäre. Diesen definirt er dahin, dass „in dem Complex der miteinander vereinigten Empfindungen eine einzige, und zwar im Allgemeinen die stärkste, die Herrschaft über alle anderen gewinnt, sodass diese nur noch die Rolle modificirender Elemente übernehmen, deren selbständige Eigenschaften in dem Verschmelzungsproduct völlig untergehen“.

Dass nun die Localzeichen in der Gesichtswahrnehmung völlig untergehen (vgl. Ph. Ps. II 33, 190 f. Log. I 31), wollen wir hier einmal den Freunden dieser Empfindungen glauben; sind sie ja in der Tat nicht zu entdecken. Aber die Obertöne können wir doch heraushören. So völlig gehen sie also jedenfalls nicht unter wie

jene. Andererseits was soll es bei den Elementen der Gesichtswahrnehmung bedeuten, dass ein einziges die Herrschaft gewinne? Spielt nicht das Formbewusstsein eine gleich grosse Rolle wie das Farbenbewusstsein?

Wundt führt diese angebliche Verschmelzung auf eine „ursprüngliche Eigenschaft des Bewusstseins" zurück, nämlich auf die „Eigenschaft der Apperception, sich auf einen bestimmten eng begrenzten Inhalt des Bewusstseins zu beschränken". Wenn es sich um weiter Nichts handelte, als dass beim Fixiren der Nase eines Gesichtes die übrigen Teile nur als Hintergrund eine Rolle spielen, so bedürfte der Verschmelzungsbegriff freilich nicht vieler Worte. Aber es wäre schlimm, wenn die übrigen Teile ihre selbständigen Eigenschaften völlig einbüssten.

„Bei der intensiven Synthese", sagt Wundt (Log. I 14), „bestimmt lediglich die Intensität der Empfindung dieses herrschende Element der Vorstellung. So ist in einem Klang der tiefste Ton das herrschende Element, weil er die grösste Intensität besitzt.... Dennoch ist dieses Zurücktreten der subsidiären vor den herrschenden Elementen der Vorstellung wahrscheinlich schon bei der intensiven Synthese nicht allein aus ihrer geringeren Intensität zu erklären."

Dieses „Nicht allein" nach jenem „Lediglich" berührt besonders in einem Lehrbuch der Logik seltsam. Wundt fährt erläuternd fort: „Ein Ton . . . gibt gerade dann vorzugsweise leicht seine Selbständigkeit auf, wenn er der harmonische Oberton zu einem stärker erklingenden Grundton ist" (also doch wieder grössere Intensität!). „Dies kann nur daraus erklärt werden, dass gleichzeitig unser Bewusstsein über der Auffassung der herrschenden Elemente einer Vorstellung die anderen vernachlässigt." Eine nichtssagende Erklärung, denn es fragt sich eben, warum und wodurch gerade der harmonische Grundton a u s s e r seiner Stärke noch „herrschend" werden kann. Wir stossen hier auf eine gewisse einsmachende Kraft, die nach neueren Äusserungen Wundt's dem Ton 1 zukommen soll. Dass diese Behauptung ganz in der Luft schwebt, werden wir § 23, 1, d, α) zeigen.

Wundt lehrt aber ausser den obigen Verschmelzungen oder Synthesen, die er näher als „associative" bezeichnet, noch eine

„apperceptive“ (Ph. Ps. II 385. Log. I 31), d. h. „die Verbindung aufeinanderfolgender Vorstellungen, wenn die letzteren in der neuen Vorstellung, die sie hervorgebracht haben, nicht mehr fortbestehen“. Wir hörten zwar eben, dass die Apperception auch an der associativen Verschmelzung Schuld ist, und dass auch dort die Elemente nicht fortbestehen. Trotzdem sei ein grosser Unterschied. „Der grosse Unterschied besteht darin, dass sich bei der apperceptiven Verschmelzung immer mehr oder weniger sicher eine vorausgegangene Entwickelung nachweisen lässt, während deren eine bewusste Unterscheidung der Elemente stattgefunden hat. Dies beruht darauf, dass hier immer die Verschmelzung aus einer Agglutination sich allmälig entwickelt“. Also doch nur ein „mehr oder weniger sicherer“ Unterschied in der Vorgeschichte. Wesen wie Ergebnis des Vorgangs wäre dasselbe: Verschwinden der Elemente im Product. Suchen wir nun hier wieder nach Beispielen, so werden für die „Agglutination“ wie für die daraus fliessende apperceptive Synthese Erscheinungen aus der Sprachgeschichte angeführt, die im besten Fall als hinkende Vergleiche oder als Folgen, keinesfalls als Beispiele von Vorstellungsprocessen gelten können.

Im „System der Philosophie“ (1889) S. 343 heisst es: „Jede Vorstellung bringt als eine neue in ihren Elementen noch nicht enthaltene Eigenschaft die Form der Ordnung der letzteren hinzu“. Diese an Kant erinnernde Wendung des Verschmelzungsbegriffes, weiterhin auch noch die Verknüpfung mit der Teleologie tragen nicht eben zur Klärung bei, und die angeführten Beispiele sind die früheren.

Ich verkenne nicht, dass Einiges von dem was Wundt sagt, sich cum grano salis auf die Tonverschmelzung in unsrem Sinn anwenden lässt. Wie sollte auch unter so vielen Bestimmungen nicht etwas Hierhergehöriges sich finden? Aber es kommt in diesem Falle mehr als irgendwo gerade darauf an, nicht auch in der Definition der Verschmelzung Alles zu verschmelzen.

Soviel ist klar, dass Wundt's Verschmelzungsbegriff, sofern er als Einer bezeichnet werden kann, in den wesentlichsten Puncten nicht blos von dem unsrigen abweicht sondern auch nicht durch ein einziges wirklich passendes Beispiel belegt ist. Auf die genetische

Seite der Lehre kommen wir im nächsten Paragraphen zurück, freilich nur um auch sie gänzlich haltlos zu finden. —

Lipps betrachtet (Grundtatsachen des Seelenlebens, bes. 472 f.) Verschmelzungen als allgemeine notwendige Folge der Begrenztheit der seelischen Kraft (doch nach 474 nicht als Denknotwendigkeit sondern nur als verständliche Tatsache). Es entstehe ein neuer Bewusstseinsinhalt als Folge der Verschmelzung (475); z. B. gäben mehrere annähernd gleiche Tasteindrücke die Empfindung des Stumpfen. Lipps' eigentliche Meinung ist aber nicht Verschmelzung der Bewusstseinsinhalte als solcher sondern der unbewussten Erregungen. In's Bewusstsein tritt sogleich das einheitliche Product (also überhaupt nicht „Product". Polemik gegen die ältere Fassung 44). Massgebend für dessen Beschaffenheit ist Stärke und Qualität der Elemente.

Lipps scheint mir in den Anwendungen des Begriffes beständig von seiner principiellen Meinung abzuweichen. So sollen auch die Obertöne mit dem Grundton verschmelzen. Töne sind aber doch Empfindungen, nicht blos unbewusste Erregungen. Und wir können doch die Töne im Klange auffinden, während das Verschmelzungsproduct etwas inhaltlich Neues sein soll. Dies bringt Natorp in seiner Recension (Götting. gelehrte Anzeigen 1885, 212) zu dem Schmerzensruf: „Man mache mir doch die Verschmelzung deutlich, bei der das Verschmolzene überdies unverschmolzen fortexistirt."

Auch B. Erdmann hat diese Zweideutigkeit ebenso wie die Wundt'schen Unklarheiten bemerkt (Viertelj. Schr. f. wiss. Phil. X 395 f.). Ihm selbst ist Verschmelzung lediglich das „Ineinander-Aufgehen des durch den neuen Reiz Bedingten mit der erregten Disposition der früheren Vorstellung, sofern der neue Reiz dem früheren psychisch gleichartig ist." Unter dem „durch den Reiz Bedingten" müssen wir hier, wenn nicht die gleiche Zweideutigkeit bleiben soll, einen der Empfindung correspondirenden ausser dem Bewusstsein liegenden Process verstehen. Und „psychisch gleichartig" muss in analoger Weise interpretirt werden. Mit einer solchen ausserhalb des Bewusstseins stattfindenden „Verschmelzung", die nur als Erklärungsprincip (für das Wiedererkennen) postulirt

wird, haben wir hier aber nichts zu thun. Der Begriff hat nicht ein einziges Merkmal mit dem unsrigen gemeinsam.

Lipps spricht übrigens den Tönen, ohne Zusammenhang mit seiner Verschmelzungslehre, auch eine „Freundschaft und Feindschaft, Zuneigung und Abneigung“ zu (251, 259 f.), welche mit dem Schwingungsverhältnis zusammenhänge, aber nicht an sich wahrnehmbar sei sondern nur in ihren Wirkungen, dem Harmonie- und Disharmoniegefühl. Diese eigentümlichen Ausdrücke hat er indessen alsbald selbst aufgegeben und in den „Psychol. Studien“ (1885) nur von der unbewussten Empfindung der Schwingungsrhythmen als Grund des Harmoniegefühls gesprochen.

2. Die Verschmelzungsstufen.

Halten wir uns zunächst in einem Tongebiet, welches durch das Schwingungsverhältnis 1 : 2 abgegrenzt ist, so bemerke ich folgende Stufen der Verschmelzung verschiedener Töne, von der stärksten bis zur schwächsten Stufe.

Erstens die Verschmelzung der Octave (1 : 2).

Zweitens die der Quinte (2 : 3).

Drittens die der Quarte (3 : 4).

Viertens die der sog. natürlichen Terzen und Sexten (4 : 5, 5 : 6, 3 : 5, 5 : 8), zwischen welchen ich in dieser Hinsicht keine deutlichen Unterschiede finde.

Fünftens die aller übrigen musikalischen und nichtmusikalischen Toncombinationen, welche, für mein Gehör wenigstens, untereinander keine deutlichen Unterschiede der Verschmelzung, vielmehr alle den geringsten Grad derselben darbieten. Höchstens die sogenannte natürliche Septime (4 : 7) könnte noch um etwas mehr als die anderen verschmelzen.

Wenn wir hier die modernen Intervallnamen und den allgemeinen Ausdruck „Intervall“ selbst gebrauchen, so geschieht es noch nicht in irgend einer musikalischen Bedeutung, sondern nur um einen bekannten und kurzen Ausdruck für die bezüglichen Zahlenverhältnisse der Schwingungen zu haben.

Indem wir von „Stufen“ der Verschmelzung reden, wollen wir andeuten, dass es sich um Gradunterschiede handelt, die

doch nicht stetig vom höchsten bis zum niedrigsten Grade ineinander übergehen. Weiterhin bedienen wir uns aber auch des allgemeinen Ausdruckes „Verschmelzungsgrade".

3. Gesetze der Verschmelzung.

Die Abhängigkeit der Verschmelzungsstufen von den genannten Schwingungsverhältnissen ist das Hauptgesetz der Tonverschmelzung. Ihm zur Seite stehen folgende:

a) Der Verschmelzungsgrad ist unabhängig von der Tonregion. In der tiefsten Lage, wo die Analyse auf Schwierigkeiten stösst, wird natürlich auch die Erkennung und Vergleichung des Verschmelzungsgrades schwierig und unmöglich. Aber wo sie möglich ist, finden wir bei Veränderung der Tonlage die Verschmelzung ungeändert, solange nur das Schwingungsverhältnis beider Töne dasselbe bleibt.

Nur in der allerhöchsten Region, etwa von 4000 Schwingungen d. i. von der fünfgestrichenen Octave an, scheinen mir, soweit ich bis jetzt darauf geachtet habe, die Verschmelzungsunterschiede hinwegzufallen. Bei den Gabeln 2000 : 3000 finde ich noch ganz deutlich die Quintenverschmelzung, während ich bei 3000 : 5000, 5000 : 10 000 u. s. f. überall nur den geringsten Verschmelzungsgrad finden kann.

b) Der Verschmelzungsgrad ist auch unabhängig von der Stärke, und zwar sowol von der absoluten als relativen Stärke. Dass er durch blosse Veränderung der absoluten Stärke beider Töne nicht geändert wird, ist sofort klar. Bei Veränderung der relativen Stärke ist wieder zu beachten, dass zuletzt bei grosser Stärkeverschiedenheit die Analyse unmöglich wird, indem der schwächere durch den stärkeren Ton für die Wahrnehmung oder selbst für die Empfindung unterdrückt wird. Aber solange sie unterscheidbar bleiben, kann ich eine Veränderung des Verschmelzungsgrades nicht bemerken. Beispielsweise wenn ich *c* und *g* zuerst gleichstark, dann *c* merklich stärker als *g* (oder umgekehrt) angebe.

c) Durch Hinzufügung eines beliebigen dritten und weiteren Tones wird der Verschmelzungsgrad zweier gegebener Töne in keiner Weise beeinflusst. Wol wird ein Zu-

sammenklang um so weniger leicht analysirt, je mehr Töne darin enthalten sind, und wird zuletzt ganz verworren und unanalysirbar. Solange aber zwei Töne in einem Mehrklang überhaupt unterscheidbar sind, wird auch ihre Verschmelzung als die nämliche erkannt, wie wenn diese beiden allein zusammenklingen.

In diesem Satz zusammen mit b) ist auch ausgesprochen, dass speciell die Obertöne und damit die Klangfarbe nichts an dem Verhalten zweier Grundtöne ändern, und dass man denselben Verschmelzungsgrad an zwei Tönen wahrnimmt, wenn sie als einfache und wenn sie als Grundtöne von Klängen gegeben werden; wie dies auch directe Beobachtung bestätigt.

d) Wie überhaupt Reizänderungen unter einer gewissen Grösse keine wahrnehmbaren Empfindungsänderungen verursachen, so erzeugen auch sehr kleine Abweichungen der Schwingungszahlen von den oben angegebenen Verhältnissen noch keine merkliche Veränderung des Verschmelzungsgrades. Wird die Abweichung vergrössert, so geht die Verschmelzung bei allen Tonpaaren, die nicht schon der niedrigsten Verschmelzungsstufe angehören, in diese Stufe über, ohne die etwaigen Zwischenstufen zu durchlaufen. Und dieser Übergang erfolgt um so rascher (bei um so kleineren relativen Schwingungsunterschieden), je grösser die anfängliche Verschmelzung war.

Wir sagen bei kleinen aber merklichen Abweichungen bekanntlich, das Intervall sei „verstimmt", „unrein". Diese Aussage besitzt also, wie hier vorgreifend bemerkt sei, nicht blos eine Beziehung auf das unangenehme Gefühl, das erst die Folge der Wahrnehmung ist, sondern vor Allem auf ein tatsächliches und auch wahrgenommenes Verhalten der Empfindungen.

Hinsichtlich der Grösse der Abweichung, bei welcher die Veränderung des Verschmelzungsgrades merklich wird, macht ausser anderen Umständen (Tonregion u. s. w.) die Übung einen Unterschied. Aber dies bildet keinen Einwand gegen die Definition des Verschmelzungsgrades als Empfindungstatsache. Wie eine Empfindung selbst, so kann sich auch das Verhältnis zweier Empfindungen ändern, ohne dass die Änderung sogleich

bemerkt wird, und diese kann dem einen Individuum merklich sein, während sie bei gleichem Stand der Empfindungen (nicht blos der Reize) dem anderen noch unmerklich ist.

e) Die Verschmelzung bleibt und behält ihren Grad, wenn beide Töne nicht demselben Ohr, sondern der eine ausschliesslich dem rechten, der andere ausschliesslich dem linken Ohr geboten wird. Eine nicht zu stark tönende Stimmgabel mittlerer Höhe, vor ein Ohr gehalten, wird vom anderen nicht vernommen, wie man daran erkennt, dass bei Verstopfung des ersten Ohres Nichts gehört wird. Verteilt man nun zwei solche Gabeln, die z. B. eine Quinte mit einander bilden, an beide Ohren, so zeigt sich kein Unterschied in der Verschmelzung gegenüber der Perception durch ein und dasselbe Ohr[1]. Dagegen kann die Analyse durch dieses Verfahren erleichtert werden (vgl. § 23, 1 f) und § 24, a).

f) Die Verschmelzung bleibt auch in der blossen Phantasievorstellung erhalten. Wenn ich mir *c* und *g* als gleichzeitig erklingend blos vorstelle, so kann ich sie nur verschmelzend und zwar mit dem bestimmten Verschmelzungsgrade

---

[1]) Es ist hier vorausgesetzt, dass der Unterschied beider Ohren hinsichtlich der Tonhöhe, von welchem I 234—5 die Rede war, nicht grösser ist als die unter d) erwähnten Abweichungen. Ist er grösser (wie in den Fällen des „Doppelthörens" I 266 f.), so muss die Gabel vor dem höher hörenden Ohre durch Ankleben von Wachs bis zu derjenigen Tonhöhe vertieft werden, welche sie für die Empfindung haben würde, wenn sie vor dem anderen Ohr erklänge.

Es trifft insofern für das ungleichzeitige Hören nicht genau zu, dass die höheren Verschmelzungsgrade sich bei den einfachsten Schwingungsverhältnissen finden. Im genannten Falle finden sie sich vielmehr bei Schwingungsverhältnissen, welche um einen Betrag, der der Höhen-Differenz der Ohren entspricht, von den einfachsten abweichen. Aber die besondere Erwähnung des abnormen Ausnahmefalles bei jeder Erwähnung der allgemeinen Tatsache wäre nutzlose Pedanterie; es genügt, hier vorübergehend davon gesprochen zu haben.

Es geht daraus hervor, was jedoch ohnedies selbstverständlich ist, dass die Abhängigkeit der Verschmelzungsstufen von den Schwingungsverhältnissen keine unmittelbare sein kann. Liegen ja doch mindestens physiologische Processe in der Mitte.

vorstellen, den sie beim wirklichen Hören besitzen. Ebenso beliebige zwei andere Töne. A priori ist dies nicht notwendig zu erwarten, auch wenn man Empfindungen und Phantasievorstellungen im Allgemeinen als gleichartig anerkennt. Nicht alle Eigentümlichkeiten gleichzeitiger Empfindungen gehen auf die Phantasievorstellung mit Notwendigkeit über: *c* und *cis* machen beim wirklichen Hören (auf gleicher Seite) notwendig Schwebungen, in der Phantasie kann ich sie vollkommen ohne Schwebungen vorstellen. Und wenn ich sie schwebend vorstelle, so kann ich sie mit langsamen oder schnellen, starken oder schwachen Schwebungen vorstellen; während die Wahl des Verschmelzungsgrades mir nicht frei steht.

Bezüglich der Phantasie-(Gedächtnis-)Vorstellungen müssen wir hiernach das Hauptgesetz so ergänzen: Als gleichzeitig vorgestellte Töne verschmelzen in dem Grade, welcher dem Schwingungsverhältnis objectiv erzeugter Töne von gleicher Höhe entspricht.

g) Wenn wir über eine Octave hinausgehen, so kehren dieselben Verschmelzungsgrade bei den um eine oder mehrere Octaven erweiterten Schwingungsverhältnissen wieder. Die Nonen haben dieselbe Verschmelzung wie die Secunden, die Decimen wie die Terzen, die Doppeloctave und Tripeloctave wie die Octave, und überhaupt $m:n \cdot 2^x$ dieselbe wie $m:n$, wenn $m < n$ und x eine (kleine) ganze Zahl.

Man muss sich auch hier nicht durch die grössere Leichtigkeit der Analyse irre machen lassen. *C* und c^4 zusammenklingend werden von Ungeübten leichter und sicherer analysirt als *C* und *c*, ja sogar als *C* und *G*, obgleich diese beiden Töne weniger mit einander verschmelzen als jene. Die Analyse hängt eben noch von anderen Bedingungen ab; sie ist namentlich in der Tiefe besonders schwierig; sie wird ferner erleichtert durch wachsenden Höhenunterschied beider Töne. Wenn aber in beiden Fällen Analyse stattfindet, so wird man auch weiter finden, dass *C* und c^4 doch weniger vollkommen im Sinneseindruck auseinandertreten als *C* und *G* und nicht vollkommener als *C* und *c*.

Vergleiche ich die Gabelklänge *CG* mit *Cg*, *CA* mit *Ca* u. s. f., so ist es mir klar, dass die Unterscheidung der jeweiligen zweiten Combination immer leichter, aber die Verschmelzung dieselbe ist wie bei der ersten.

Streiche ich auf der Violine zur d^1-Saite die Octave d^2, dann die Doppeloctave d^3 (auf der a^1-Saite), so habe ich in beiden Fällen den gleichen Eindruck von Einheitlichkeit, von Annäherung an wirkliche Toneinheit. Zur Contrastirung kann man jedesmal das bezügliche b weiter mit der freien e^2-Saite zusammen anstreichen: der Unterschied der Verschmelzung ist jedesmal derselbe, der des höchsten und geringsten Grades.

Gibt ein Orchester die sämmtlichen 7 Octaventöne vom *C* bis zum c^5 an, so bezeichnen wir den Eindruck noch als „Unisono". Die sieben Töne sind einheitlicher, als die zwei Töne *c* und *a* oder gar *c* und *b*. Man kann hier nicht etwa annehmen, dass nur immer zwei benachbarte Glieder der Reihe mit einander verschmölzen, *C* mit *c*, *c* mit c^1 u. s. f., und die weiter entfernten nur durch die mittleren: denn wenn *C* und c^5 für sich allein weniger verschmölzen als *C* und *c* oder gar *c* und *g*, so könnte dies durch die dazwischen geschobenen Octaven gemäss c) nicht geändert werden.

Es lassen sich übrigens auch alle in den vorhergehenden Sätzen ausgesprochenen besonderen Gesetze an den erweiterten Intervallen selbst direct beobachten. Z. B. das unter b) ausgesprochene, dessen Anerkennung vielleicht bei Vielen auf Schwierigkeiten stösst. Man gebe auf dem Clavier zuerst *c* allein an und beobachte den Oberton g^1 (die Duodecime), den man deutlich mitklingen hört, in Hinsicht seiner Verschmelzung mit dem Grundton. Nun schlage man g^1 dazu an, wodurch also dieser Ton bedeutend verstärkt wird: die Verschmelzung mit *c* bleibt ungeändert. Also auch bei Intervallen jenseits einer Octave ist die Verschmelzung vom Stärkeverhältnis unabhängig.

4. Massregeln bei der Beobachtung.

Die in Tonurteilen Geübten mögen prüfen, ob das Voranstehende ihren eigenen Wahrnehmungen entspricht. Wo es

sich um Verhältnisse handelt, die im Empfindungsmaterial selbst gründen, da lässt sich ja nicht fürchten, dass grössere individuelle Unterschiede bei Normalhörenden bestehen, vielmehr erwarten, dass die Urteilsfähigen unter ihnen sich, je länger und genauer sie prüfen, um so mehr in Übereinstimmung finden werden. Ich will aber keineswegs den Anspruch erheben, in jedem der genannten Puncte das Richtige gefunden und in ganz correcter Weise ausgesprochen zu haben.

Notwendig wird es bei diesen Beobachtungen vor Allem sein, die Aufmerksamkeit ausschliesslich auf den Fragepunct zu richten, also namentlich abzusehen von theoretischen Kenntnissen über Verwandtschaft u. dgl., sowie von der musikalischen Bedeutung und Stellung und von dem harmonischen oder disharmonischen, angenehmen oder unangenehmen und wiederum in verschiedener Weise angenehmen oder unangenehmen Gefühlseindruck eines Intervalls. Der Charakter und Gefühlswert eines Intervalls hängt zwar, wie wir später zeigen werden, mit seinem Verschmelzungsgrad zusammen, aber doch nicht blos mit diesem. Das angenehmste Intervall ist nicht das stärkstverschmelzende. Die grosse Septime ist im isolirten Zustand unangenehmer als die kleine; dies darf nicht mit geringerer Verschmelzung verwechselt oder darauf gedeutet werden, es hat andere Gründe. Ähnliches gilt von grosser und kleiner Terz u. s. f.

Im Allgemeinen wird es auch gut sein, zunächst Töne von gleicher Empfindungsstärke zu nehmen, weil dann die Gefahr am besten vermieden wird, dass der eine derselben überhaupt unwahrnehmbar oder undeutlich bleibe. (Um bei grossen Tondistanzen gleiche Empfindungsstärke herzustellen, muss man öfters — je nach dem Instrument — den höheren Ton mit geringerer physikalischer Kraft angeben.) Ferner ist natürlich möglichste Gleichheit in Ansatz und Dauer der Töne vorteilhaft, da Unebenheiten jeder Art die Aufmerksamkeit ablenken. Ebenso gleiche Klangfarbe, obschon dieselbe auf die Verschmelzung der Grundtöne von keinem Einfluss ist. Reinheit des Intervalls d. h. genaue Übereinstimmung mit den bezüg-

lichen Schwingungszahlen ist um so mehr erforderlich, je feiner das Gehör; obgleich minimale Abweichungen, die ja niemals zu vermeiden sind, nach dem Obigen der Verschmelzung namentlich bei den niederen Graden keinen erheblichen Eintrag tun. Das Clavier mit seiner temperirten Stimmung lässt die Unterschiede der höheren Stufen immerhin hervortreten (die Octave ist ja auch hier rein); nicht aber den zwischen den zwei letzten Stufen. Es ist ja hier *c dis*=*c es* und *c gis*=*c as*.

Aber dies Alles sind Massnahmen von der Art, wie sie sich für jede Beobachtung von selbst verstehen. Keine Rede davon, dass das Phänomen nur unter besonders ausgesuchten Umständen überhaupt merkbar würde. Es ist vielmehr an sich eines der offenliegendsten und sozusagen unvermeidlichsten im gesammten Tongebiet. Die ganze Aufgabe besteht nur darin, es nicht mit anderen, die sich erst darauf gründen, namentlich mit Urteils- und Gefühlstatsachen (Möglichkeit und Unmöglichkeit der Analyse, Annehmlichkeit und Unannehmlichkeit eines Intervalls) zu verwechseln.

5. Bestätigung durch Unmusikalische.

Zur Controle des eigenen Urteils habe ich jedoch noch einen anderen Weg eingeschlagen. So wie die Frage hier gestellt ist, kann sie nur an Solche gerichtet werden, die mit Tonbeobachtungen hinreichend vertraut sind, um Quinten und Octaven noch leicht und sofort zu analysiren. Bei Solchen liegt nur eben die zuletzt genannte und vorher mehrfach berührte Schwierigkeit vor, das dominirende Bewusstsein des harmonischen Charakters und Gefühlswertes der Intervalle. Nun können wir aber von Unmusikalischen und in Tonurteilen Ungeübten auf einem indirecten Wege Aufschluss erhalten: gerade durch Benutzung der erwähnten Schwierigkeit der Analyse. Die verschiedenen Verschmelzungsgrade müssen sich in ebenso verschiedenen Graden der Schwierigkeit der Analyse kundgeben, wenn alle übrigen Umstände, von denen die letztere abhängt, möglichst gleich genommen werden. An den Folgen werden wir sie erkennen. Auf diesem Wege können wir sogar Zahlen erhalten, durch Zählung der richtigen und falschen

Urteile über die Frage, ob Ein oder mehrere Töne vorliegen, bei jedem Intervall. Die stärker verschmelzenden Toncombinationen werden unter sonst gleichen Umständen seltener als zwei Töne beurteilt werden als die weniger stark verschmelzenden.

Versuche unter dieser Fragestellung machte ich in Würzburg zu einer Zeit, da ich noch nicht an Verschmelzung dachte, um mir ein Bild von der Unterscheidungsfähigkeit Unmusikalischer für Zusammenklänge zu verschaffen. Zu Vorversuchen (am Clavier) dienten mir Dr. K., Fräulein C. und Privatier W. (dieselben Personen wie I 314). Bei dem Ersten zeigte sich auch diesmal ein Einfluss der Obertöne, auf welche er durch seine physikalischen Studien schon früher mochte aufmerksam geworden sein. Er erklärte darum schon die einzelnen Klänge von C_1 bis G_1 für zwei Töne. Doch zeigte sich ein Unterschied unter den Obertönen selbst, sofern er, zur Angabe derselben aufgefordert, niemals die Octave, den ersten und stärksten Oberton, wol aber Quinten, Terzen, Septimen angab. Herr W. hielt gleichzeitige Octaven in allen Tonregionen für Einen Ton, selbst wenn der höhere Ton vorher allein angegeben wurde; bei anderen Intervallen war sein Urteil im Ganzen richtig, doch, wie in den Versuchen I 315, augenscheinlich von der Stärke des Klanges beeinflusst. Fräulein C. beurteilte Octaven und Quinten in der tiefen Region fast immer als Einen Ton; im Übrigen hatte ich bei ihr die Intervalle nicht gesondert aufgeschrieben und mehr auf die Regionen geachtet (in der kleinen Octave bestes Ergebnis; im Ganzen bei vorwiegender Anwendung von Octaven, Quinten und Terzen auf 62 Fälle 37 richtige).

Ausgeführtere Versuche machte ich dann ebenfalls noch am Clavier mit Privatier S. und den Studenten B., Sch. und D. Die musikalische Anamnese der beiden Ersteren s. I 314. Sch. behauptete, die Guitarre stimmen zu können, gab die Töne des Duraccordes singend leicht an, brachte aber den Mollaccord nicht zuwege, verwechselte auch beide, wenn sie angegeben wurden, sang statt der verlangten Secunde die Terz, statt der

Octave die Quinte. Theoretisch wusste er Nichts. D. nannte sich ein klein wenig musikalisch, behauptete Zither spielen und sogar stimmen zu können, gab aber singend statt der Quarte eine Terz, statt der Secunde ebenfalls eine Terz, statt einer Terz die Quarte. Nur die Octave traf er richtig.

Dass mehrere Personen zu derartigen Versuchen beigezogen wurden, rechtfertigt sich auch hier durch den verwandten musikalischen Zustand dieser Herren, sofern eben keiner das Prädicat „musikalisch" für sich in Anspruch nehmen konnte. Factisch zeigen die Tabellen, worin die Urteile eines Jeden notirt sind, ein ähnliches Verhalten des Urteils und lassen keine constanten individuellen Unterschiede erkennen. Nur durch dieses Verfahren gelingt es bei Versuchen solcher Art, grössere Zahlenwerte zu gewinnen ohne Ermüdung oder sonstige Nebenwirkungen allzu lange fortgesetzter oder zu häufig wiederholter Versuche am Einzelnen.

Bei den verschiedenen Intervallen strebte ich auch hier nicht nach gleicher Anzahl von Urteilen, da es mir zwecklos schien, beispielsweise bei Secunden, nachdem in 42 Fällen (bei 27 grossen, 16 kleinen Secunden) kein einziges falsches Urteil vorgekommen, die Fälle noch weiter zu vermehren, bis die absolute Zahl derjenigen der Quinten-Urteile gleichkäme. Ich setzte überall die Versuche so lange fort, bis mir eine im Verhältnis zum Grade der Urteilsschwankungen genügende Gesammtzahl vorhanden schien. Im Übrigen hätten freilich die absoluten Zahlen doch regelmässiger, auch grösser sein müssen, um den Augen des modernen psychophysischen Technikers zu gefallen. Ich habe die Studie damals auch nur zu meiner privaten Belehrung beiläufig und ohne den Gedanken einer Veröffentlichung vorgenommen. Jetzt wollte ich sie doch nicht ganz unerwähnt lassen, nachdem trotz ihrer Mängel ein deutliches Ergebnis für die gegenwärtige Frage daraus zu resultiren scheint und dasselbe durch spätere genauere Versuche bestätigt wurde.

In folgender Übersicht der Ergebnisse bezeichnen T, M, H tiefe, mittlere, hohe Region, n die Zahl der Urteile, r die der richtigen.

		n	r	%r
Secunden	M	42	42	100
Terzen	T	21	21	100
	M	116	111	96
	H	31	28	90
Quinten	T	53	37	70
	M	126	102	81
	H	29	23	79
Octaven	T	47	18	38
	M	55	6	11
	H	45	12	27

Vergleichen wir die Intervalle nur in der Mitte, so ergeben sich hienach als Procentzahlen der richtigen Urteile für die

Secunden 100 Terzen 96 Quinte 81 Octave 11.

Vergleichen wir sie in der Tiefe, so kommen für die

Terzen 100 Quinte 70 Octave 38.

Vergleichen wir sie in der Höhe, so liefern

Terzen 90 Quinte 79 Octave 27.

Wenn wir die richtigen Urteile für je ein Intervall in allen Regionen zusammennehmen und in Procente der sämmtlichen Urteile umrechnen, so erhalten wir für die

Secunden 100 Terzen 95 Quinte 78 Octave 24.

Es ergibt sich also immer im Allgemeinen derselbe Gang der Zahlen: die Procentzahl der richtigen Urteile nimmt von den Secunden bez. Terzen bis zu den Octaven ab.

6. Fortsetzung der Versuche.

Weitere Versuche in dieser Richtung habe ich in Prag mit anderen Personen, diesmal mit Hinblick auf die daraus für die Verschmelzungsunterschiede zu gewinnende Erkenntnis, angestellt und darum ausser den bisherigen Intervallen noch andere, zumal die Quarte, beigezogen, auch statt des Claviers die Orgel benützt und ein systematischeres Verfahren im Ganzen eingehalten. Als Subjecte boten sich die Herren: Prof. K., Stud. L. und Stud. P., welche drei sich bereits bei den I 317 erwähnten Versuchen als vorzugsweise unmusikalisch erwiesen hatten; während der etwas weniger amusische Herr B. hier unbeteiligt

blieb. Drei Versuchsreihen wurden gemacht: die erste (13. I. 1883) mit dem sehr milden, obertonarmen Register „Hohlflöte" in der eingestrichenen Octave; die zweite (16. I. 83) mit „Principal", einem bedeutend stärkeren und obertonreicheren Register, bei welchem namentlich der erste Oberton sehr kräftig war, in derselben Octave; die dritte (20. I. 83) mit demselben Register in der zweigestrichenen Octave. Durch diese Veränderungen sollte besonders ein etwaiger Einfluss der Obertöne (Klangfarbe) ermittelt werden. Gewöhnlich begann ich mit Secundenintervallen, auch wol Septimen, gab dann Octaven, dann Quinten und andere Intervalle, dann wieder Secunden und Septimen, doch ohne irgend eine bindende Regel, ausser dass nicht zu oft Ein Intervall wiederholt wurde. Mit den Tönen für ein und dasselbe Intervall wechselte ich (wie auch in den früheren Versuchen) ab, z. B. für Quinten bald c^1g^1, bald a^1d^1 (unter Vermeidung merklich unreiner Intervalle, wie sie bei der Orgel leicht vorkommen). Auch diesesmal legte ich von den consonanten Intervallen, deren Reihenfolge in Rücksicht auf den Fragepunct mich am meisten interessirte und innerhalb deren die entscheidendsten Unterschiede zu erwarten waren, also von Octaven, Quinten, Quarten, Terzen, immer eine grössere Anzahl vor, behielt also insoweit absichtlich das frühere Verfahren bei, nur war jetzt die Anzahl bei jedem dieser stärker verschmelzenden Intervalle die gleiche.

Die folgenden Tabellen geben die Zahlen der richtigen Urteile.

I. Reihe.

	K.	L.	P.		Summe	
Gr. Secunde	12	12	12	unter je 12	36	unter je 36
Tritonus	10	8	12		30	
Kl. Septime	8	10	12		30	
Gr. Terz	18	18	20	unter je 20	56	unter je 60
Quarte	19	15	19		53	
Quinte	6	4	9		19	
Octave	5	6	4		15	

II. Reihe.

	K.	L.	P.		Summe	
Gr. Secunde	10	8	12	unter je 12	30	unter je 36
Tritonus	9	11	11		31	
Kl. Septime	6	11	11		28	
Gr. Terz	15	14	16	unter je 20	45	unter je 60
Quarte	12	12	12		36	
Quinte	10	8	9		27	
Octave	5	8	4		17	

III. Reihe.

	K.	L.	P.		Summe	
*Tritonus	12	18	14	unter je 25	44	unter 75
Gr. Secunde	11	10	11	unter je 12	32	unter je 36
Kl. Septime	8	11	10		29	
Gr. Terz	13	17	15	unter je 30	45	unter je 90
Quarte	12	20	14		46	
Quinte	11	12	12		35	
Octave	10	4	4		18	

Beim Tritonus in der III. Reihe hat ein Versuchsfehler stattgefunden. Ich hatte dieses Intervall hier zuerst nicht unter die zu untersuchenden aufgenommen und brachte es dann um so häufiger gegen den Schluss der Reihe vor. Hiebei trat Ermüdung ein (die Reihe umfasste 169 Fälle, die früheren nur 116), die sich in Folge jener ungleichmässigen Verteilung hauptsächlich für den Tritonus und zwar natürlich mit der Wirkung des Nichtunterscheidens (der falschen Urteile) geltend machen musste. Daher hier die auffallend geringe Zahl der richtigen Urteile gegenüber den früheren Reihen. Für die Discussion muss darum diese Columne (*) ausser Betracht gelassen werden.

Die drei Individuen weisen zwar in den einzelnen Zahlen obiger Haupttabellen öfters beträchtliche Verschiedenheiten auf; aber es lässt sich keine irgend constante individuelle Eigentümlichkeit des Urteilens daraus entnehmen, sodass diese Schwankungen denjenigen gleichzuachten sind, welche innerhalb einer Beobachtungsreihe bei einem und demselben Individuum stattzufinden pflegen,

wo ja ebenfalls oft genug beispielsweise auf das erste Dutzend Urteile 4, auf das zweite 7, auf das dritte 2 richtige entfallen und erst beim Zusammenrechnen gewisse Regelmässigkeiten herausspringen; wie wir denn auch hier solche alsbald finden werden. Dass die drei Individuen vergleichungsweise, nämlich gegenüber musikalischen Personen, von sehr ähnlicher Verfassung untereinander waren, lehren anschaulich die Zahlen ihrer richtigen Urteile, wenn wir alle Intervalle zusammennehmen:

	K.	L.	P.	
I. Reihe	78	73	88	unter je 116
II. Reihe	67	72	75	„ „ 116
III. Reihe	65	74	66	„ „ 144
Summe:	210	219	229	unter je 376

Musikalische hätten hiebei nur richtige Urteile geliefert. Man vergleiche auch die analogen Ergebnisse an denselben drei Personen bei der Fragestellung: „welcher Ton ist höher?“ I 320—1, wo sogar auch die geringen individuellen Unterschiede sich ziemlich ebenso verteilen, insofern P., der in der I. Reihe den anderen noch erheblich voraus ist, diesen Vorrang immer mehr einbüsst, während L. zuerst am schlechtesten, zuletzt am besten urteilt, und sich überhaupt die Unterschiede mit jeder Reihe mehr ausgleichen.

Wir können also unbedenklich auch hier die Zahlen aller Individuen zusammenrechnen, als handelte es sich um Ein Individuum; und wenn wir zugleich, um die III. Reihe mit den ersten direct vergleichbar zu machen, die Summen der richtigen Urteile in Procenten der Gesammtzahlen ausdrücken, so ergibt sich folgende

Übersicht:

	I. Reihe	II. Reihe	III. Reihe	Mittel
Gr. Secunde	100	83	89	91
Tritonus	83	86	59*	85
Kl. Septime	83	78	80	81
Gr. Terz	93	75	50	70
Quarte	88	60	51	64
Quinte	32	44	37	38
Octave	25	28	20	24

Das Mittel ist hier natürlich nicht aus den Procentzahlen selbst gezogen, sondern aus den ursprünglichen Zahlen der drei Reihen, und dann erst in Procente umgerechnet. Beim Tritonus ist wegen des oben berührten Umstandes nur das Mittel der beiden ersten Reihen genommen.

7. Discussion der letzteren Versuche.

a) Halten wir uns in der Untersuchung dieser Ergebnisse zunächst an diejenigen Intervalle, die auch in den Würzburger Versuchen unter 5. vorkamen, Secunde, Terz, Quinte, Octave: so stimmt, wie man sieht, die Ordnung derselben in Hinsicht der richtigen Fälle bei den Prager Versuchen vollständig mit der damals gefundenen überein. Sie ist die, in der sie soeben genannt wurden. Beidemale entfällt nicht blos im Mittel, sondern bei allen untersuchten Individuen, in jeder einzelnen Versuchsreihe, in jeder Tonregion und Klangfarbe auf die Octave das weitaus grösste Contingent von Täuschungen, ein geringeres auf die Quinte, ein wiederum geringeres auf die Terz und ein ganz oder nahezu verschwindendes auf die Secunde.

Es kann hienach kein Zweifel bestehen, dass sich in diesen Fällen der Analyse ein graduell abgestuftes Hindernis entgegenstellt, welches um so stärker ist, je kleiner die Verhältniszahlen der Schwingungen.

Dieses Hindernis kann kein anderes sein als die Verschmelzung. Halten wir Umschau, welche Umstände etwa für die Erklärung zu Gebote stehen. Es liegen ja immerhin auch sonst die Umstände nicht ganz gleich für die genannten Intervalle. Vor allem muss sich eine verschiedene Übung in der Analyse der einzelnen Intervalle auch bei sogen. Ungeübten und Unmusikalischen im Laufe des Lebens unvermeidlich in gewissem Grade einstellen. Absolut ungeübt im Auffassen der Töne, auch der gleichzeitigen Tonverbindungen, ist doch heutzutage im cultivirten Europa Niemand.

Indessen sieht man leicht, dass, soweit Übung hier überhaupt einen Einfluss gewinnen kann, sie ziemlich zum umgekehrten Erfolge hinführen musste. Denn Octaven hört man am häufigsten gleichzeitig, Secunden am seltensten. Terzen

hört man im Volksgesang ebenfalls weit häufiger als gleichzeitige Secunden, die fast nur durch zufällig falsches Singen zum Vorschein kommen. Es müssten also Octaven am besten, Terzen weniger gut, Secunden am schlechtesten analysirt werden. Man kann nicht etwa einwenden, dass wir Octaven als Unisono aufzufassen pflegen, denn eben dies will selbst erklärt sein und führt dann geradewegs auf die Tatsache der Verschmelzung hin.

Ferner liesse sich an die Unterschiede in der Distanz der jeweiligen Intervalltöne denken, wovon die Unterscheidbarkeit gleichzeitiger Töne natürlich auch abhängt. Aber wäre diese hier ausschlaggebend, so müsste wiederum die Octave am leichtesten analysirbar sein, Quinten leichter als Quarten, Terzen und Secunden, während das Umgekehrte stattfindet.

Endlich könnte auf die Verschiedenheit der Intervalle hinsichtlich der Obertöne hingewiesen werden. Bei der Octave coincidiren die nächsten und stärksten Obertöne, bei der Quinte, Terz, Secunde immer entferntere (höhere) und schwächere — wenigstens wenn man den s. z. s. idealen Fall zu Grunde legt, dass sämmtliche Multipla des Grundtons in regelmässig abnehmender Stärke im Klang vertreten sind. Allein erstlich ist nicht abzusehen, wie überhaupt coincidirende Obertöne die Unterscheidung von Grundtönen hindern könnten. Im Gegenteil, sollte man meinen, wird durch jede Coincidenz die Zahl der im Klange gehörten Töne verringert, also die einzelnen Töne leichter unterscheidbar. Wenn aber doch auf irgend eine Weise coincidirende Obertöne die Unterscheidung erschweren könnten, so müsste sich dies um so stärker geltend machen, je mehr Obertöne die gewählte Klanggattung besitzt, also stärker in unsrer II. und III. als in der I. Reihe; während die Abstände der Zahlen gerade in dieser bedeutend grösser sind. (Hohlflöte hat äusserst schwache Obertöne, da sie hier nicht durch Resonanz verstärkt werden; Principal sehr starke. Der erste Oberton war hier, wie ich mich auch direct überzeugte, von ausserordentlicher Stärke.) Vgl. auch den folgenden Paragraphen S. 194 f.

Auch die Schwebungen bilden ein Phänomen, dessen Abstufungen, wenn wir die Schwebungen der Obertöne mit berücksichtigen, mit der obigen Ordnung der Intervalle zusammenfallen. Die Octave bietet keine, die Quinte, Terz, Secunde immer stärkere Schwebungen (unter den Intervallen Einer Octave). Aber in der ein- und zweigestrichenen Octave sind die Schwebungen der Quinte und ihrer Obertöne unmerklich, und doch werden Quinten leichter unterschieden als Octaven. Auch zeigen in der II. Reihe die Secunden eine starke Abnahme der richtigen Urteile, während doch hier zu den Schwebungen der Grundtöne noch die ihrer starken ersten Obertöne hinzukommen. (Die Septime zeigt ebenfalls in der II. Reihe eine kleine Abnahme, während die Schwebungen gerade für dieses Intervall gegenüber der I. Reihe ausserordentlich viel kräftiger werden mussten.) Vgl. auch hiezu noch unten 206 f.

Endlich könnte man an die Gefühle denken, welche durch die verschiedenen Toncombinationen hervorgerufen werden mochten. Bildeten vielleicht diese Gefühle eine derartige Reihe, dass etwa die Octave als der angenehmste, die Secunde als der unangenehmste Toneindruck erschien und das Urteil um so entschiedener auf Einheit lautete, je angenehmer der Eindruck war? Warum aber müssten die Octaven u. s. f. eine absteigende Reihe der Annehmlichkeit für Unmusikalische bilden, wenn nicht etwa wegen abnehmender Einheitlichkeit des Eindruckes? (vgl. o. 84 f.). Musikalischen ist ja nicht die Octave, sondern die Terz im Allgemeinen das angenehmste Intervall.

Ich habe nicht versäumt, mich bei den erwähnten Versuchen nach derartigen Einflüssen direct zu erkundigen. In den Würzburger Versuchen habe ich sogar in jedem einzelnen Urteilsfall nebst dem Urteil auch das Gefühl abgefragt und gebucht. Es zeigte sich kein regelmässiger Zusammenhang zwischen der Annehmlichkeit und dem Urteil über Einheit oder Mehrheit. Secunden waren zwar im Ganzen weniger angenehm als Octaven und Quinten, aber doch wieder angenehmer als Terzen. Bei den Prager Versuchsreihen erkundigte ich mich nur summarisch, nach welchem Kriterium die Urteilenden sich

wol gerichtet hätten. P. äusserte hier allerdings: nach der Annehmlichkeit oder Unannehmlichkeit, indem die einheitlicheren Eindrücke ihm angenehmer seien. Aber eben diese Äusserung lehrt, dass das Gefühl bei ihm erst die Wirkung jener mehr oder weniger einheitlichen Beschaffenheit des Sinneseindrucks war, und dass nicht etwa die Gefühlsunterschiede von allen Eigentümlichkeiten der fraglichen Intervalle die einzigen oder auch nur die primären waren, die in sein Bewusstsein fielen, obschon sie ihm wegen des angegebenen Zusammenhangs als Leitfaden (secundäres Kriterium) für das abverlangte Urteil dienen konnten. Das Primäre schien das zu sein, was wir Verschmelzung nennen. Die übrigen Herren erklärten, dass sie unter den vorgelegten Klängen überhaupt keine Unterschiede der Annehmlichkeit gefunden hätten. „Die einen", sagten sie, „heben sich nur besser ab, streben gleichsam auseinander. Es ist dies schwer zu beschreiben. Sie zeigen sich eben als zwei Empfindungen, die anderen nicht." Auch auf die Heranziehung der Gefühle kommen wir übrigens im nächsten § (204 f.) aus anderem Gesichtspunct noch einmal zurück.

Es bleibt demnach kein anderer Weg der Erklärung für unsre Versuchsergebnisse in Hinsicht der genannten vier Intervalle, als dass wir das Hindernis der Analyse in diesen Fällen in einem besonderen Verhältnis der bezüglichen Töne in der Empfindung suchen. Wir würden so auf die Verschmelzungsgrade als Hypothese hingeführt werden, selbst wenn wir nichts darüber durch directe Wahrnehmung wüssten. In der Tat deckt sich die gefundene Ordnung der Intervalle: Octave, Quinte, Terz, Secunde, in Hinsicht der Schwierigkeit der Analyse vollkommen mit der Reihenfolge der Verschmelzungsgrade, zu welcher ich aus directer Wahrnehmung ganz unabhängig von diesen Versuchen gekommen bin.

b) Was nun weiter die Quarte betrifft, so bin ich allerdings erst durch diese Versuche selbst zu einem festen Urteil geleitet, nachdem ich sie auf Grund der subjectiven Beobachtung zuerst zur letzten Classe, dann zu Einer Classe mit den Quinten gerechnet hatte. Es war mir offenbar selbst nicht gelungen,

mich von der harmonischen Bedeutung dieses Intervalls hinreichend zu emancipiren, welche ja eine eigentümlich vielseitige und darum auch historisch der Anlass gewesen ist, dass sie bald zu den vollkommenen Consonanzen bald zu den Dissonanzen gerechnet wurde. Auf Grund analoger Überlegungen wie vorhin ergibt sich aus den obigen Tabellen soviel unzweifelhaft, dass sie hinsichtlich ihrer Verschmelzung nach der Quinte zu stehen kommt. Durchgängig weist sie eine grössere Zahl richtiger Urteile auf. Weniger ausgeprochen erscheint ihre Stellung vor der Terz, insofern innerhalb der einzelnen Reihen mehr Schwankungen stattfinden, in der III. Reihe sogar eine geringfügige Umkehrung; doch dürfte der durchschnittliche Unterschied aus allen drei Reihen (6 %) zum wahrscheinlichen Schlusse auf stärkere Verschmelzung hinreichen. Und nachträglich scheint mir nun auch die directe Beobachtung dies zu bestätigen. Der Fall ist ja nicht gar selten, dass wir eine Eigentümlichkeit von Sinnesinhalten erst deutlich wahrnehmen, wenn wir vorher auf indirectem Wege auf sie hingewiesen sind. (Vgl. über mittelbare Urteile als Brücke zu unmittelbaren § 5 und öfters.)

c) Für die übrigen Intervalle dagegen lässt sich aus den Zahlen kaum eine feste Ordnung ihrer Verschmelzung erschliessen. Mancherlei Einwände, teils den Ergebnissen teils den Umständen der Versuche entnommen, stellen sich hier einem auch nur wahrscheinlichen Schlusse entgegen. Zuerst ist auffallend, dass in der I. Reihe Tritonus und Septime relativ geringere Zahlen aufweisen als Quarte und Terz, erst in den späteren Reihen höhere, wie sie zu erwarten waren. Man könnte sich dies so erklären: je mehr die Urteilenden Gelegenheit erhielten, die Eindrücke unter einander zu vergleichen und gewisse Classen aus ihnen zu bilden, um so mehr nahmen sie wahr, dass bestimmte charakteristische Eindrücke, wie sie ihnen beim Erklingen von Quarten und Terzen verursacht wurden (die sie natürlich nicht zu benennen wussten) eine grössere Ähnlichkeit mit den einheitlichsten Eindrücken, die überhaupt vorkamen, besassen als mit den zweiheitlichsten (wenn der Ausdruck erlaubt

ist). Daher vermehrten sich die falschen Urteile bei den Quarten und Terzen. Zugleich musste aber in Folge desselben Processes die wahre Rangordnung der Intervalle in Hinsicht ihrer Einheitlichkeit in den Urteilszahlen besser zu Tage treten.

Dass die Secunde im Durchschnitt erheblich mehr richtige Urteile liefert als die kleine Septime und der Tritonus, kann auf die hier doch recht merkliche Unruhe des Klanges durch die Schwebungen geschoben werden, berechtigt also nicht zu einem sicheren Schluss auf geringere Verschmelzung.

Nicht ganz ausgeschlossen erscheint es, der kleinen Septime auf Grund der Tabellen noch einen besonderen Platz, vor den wenigst-verschmelzenden Intervallen, zuzugestehen; was mit der S. 135 ausgesprochenen Vermutung über die natürliche Septime, die ja für das unmusikalische Ohr kaum davon verschieden ist, übereinstimmen würde. Doch kommt gegenüber der Secunde der eben erwähnte Umstand auch hier in Betracht; und wirklich rücken in der II. und III. Reihe, wo durch den starken ersten Oberton auch der Septime stärkere Schwebungen zu Teil werden, die Zahlen beider Intervalle einander näher.

Man würde endlich aus diesen Versuchen allein überhaupt nicht zu schliessen berechtigt sein, dass die Septime weniger als Terz, Quarte und Quinte verschmilzt: denn die bessere Unterscheidbarkeit ihrer Töne könnte sie auch der grösseren Distanz derselben gegenüber jenen drei Intervallen verdanken. Nur wenn wir die Aussage der directen Beobachtung dazu nehmen, können wir in den Zahlen eine Bestätigung derselben erblicken.

In dieser Erwägung habe ich von Sexten und von Intervallen über Octavengrösse bei diesen Versuchen von vornherein abgesehen. Es war zu erwarten, dass Sexten mehr richtige Fälle ergeben würden als Terzen, wegen der erheblich grösseren Tondistanz; ferner Nonen mehr als Secunden, Decimen mehr als Terzen u. s. f. Auf das Verschmelzungsverhältnis hätte darum in diesen Fällen kein triftiger Schluss gezogen werden können; während die Distanzverschiedenheiten zwischen den vorher betrachteten Intervallen, Octave, Quinte, Quarte, Terz, wie bereits erwähnt wurde, vielmehr zu einer Verstärkung des

Schlusses führen mussten: denn wenn trotz der grösseren Distanz die erwartete geringere Unterscheidbarkeit stattfand, so war der Schluss auf die Verschmelzung um so zwingender.

Bemerkenswert ist noch, dass, wenn man die obigen drei Versuchsreihen vergleicht, kein Zeichen einer eintretenden Übung hervortritt. Die Zahl der richtigen Urteile im Verhältnis zur Gesammtzahl nimmt vielmehr von Reihe zu Reihe ab (I: 209 auf 312; II: 183 auf 312; III ohne Tritonus: 205 auf 432 oder 148 auf 312). Indessen kommt die entschiedene Abnahme lediglich auf Rechnung der Quarten und Terzen, nämlich:

	I.	II.	III.	
Quarte	53	36	31	auf je 60.
Terz	56	45	30	

Die übrigen Intervalle zeigen nur geringere und nicht in gleichbleibendem Sinn fortgehende Schwankungen. Wenn wir ihre Zahlen zusammenrechnen (unter Hinweglassung des Tritonus in allen Reihen), so ergibt sich

I: 100 II: 102 III: 96 auf je 192.

Nun blieben sich allerdings die Versuchsumstände, wenigstens Klangfarbe und Tonregion, nicht gleich. Aber aus diesen Veränderungen wüsste ich doch die Sache nicht zu erklären.

Bezüglich der Quarten und Terzen ist oben bereits eine Erklärung für die Verminderung ihrer Zahlen von der I. zur II. Reihe versucht. Derselbe Umstand wird dieselbe Folge auch weiterhin von der II. zur III. Reihe bewirkt haben. Das durchschnittliche Gleichbleiben des Urteils dagegen bei den übrigen Intervallen, den stark wie den schwach verschmelzenden, belehrt uns eben, dass es Individuen gibt, die nicht blos unmusikalisch sondern in dieser ihrer Eigenschaft auch unverbesserlich sind.

8. Neue Versuche.

Im Sommer 1888, nachdem das Vorstehende bereits zum Druck niedergeschrieben war, machte ich neue derartige Versuchsreihen in Halle, teilweise um die früheren Ergebnisse und besonders die hinsichtlich der Quarte einer nochmaligen Controle zu unterwerfen, teilweise um womöglich einem etwaigen feineren Unterschied zwischen den beiden Terzen auf die Spur zu kommen,

zwischen denen ich direct keinen deutlichen Unterschied in der Verschmelzung wahrnehmen kann.

Da die Stellung der Octave an der Spitze der Verschmelzungen jeden Zweifel ausschliesst, so liess ich sie diesmal aus den Versuchen hinweg. Die Intervalle, über welche das Urteil, ob ein oder zwei Töne, abgegeben werden sollte, waren: Quinte, Tritonus, Quarte, grosse Terz, kleine Terz. Über die Stellung der Quinte und des Tritonus in dieser Reihe konnte zwar ebenfalls nach dem Vorangehenden kein Zweifel sein. Sie wurden aber mit aufgenommen, damit die Urteilenden auch Klänge wahrnähmen, welche entschiedener als die anderen als Einheit bez. Zweiheit erscheinen, und ihnen so der Unterschied, um den es sich handelte, der mehr oder weniger einheitliche Eindruck eines Klanges, an diesen relativen Extremen recht deutlich würde. Ich erwartete, dass in Folge dessen auch die feineren Unterschiede das Urteil kräftiger beeinflussen würden, als wenn diese allein dargeboten würden. Nebenbei war ja aber auch eine neue Bestätigung für die Stellung der Quinte und des Tritonus selbst nicht unerwünscht[1]).

Die Aufeinanderfolge der Intervalle wurde diesmal ganz genau regulirt: Tritonus, Quinte, grosse Terz, Quarte, kleine Terz; dann wieder Tritonus u. s. f. (natürlich ohne dass die Urteilenden hievon Kenntnis hatten; sie waren vielmehr nach der Natur der Fragestellung der Meinung, dass bald Ein Ton, bald mehrere angegeben würden). So kamen die beiden Extreme immer unmittelbar nacheinander und folgten sich niemals zwei Intervalle von gleicher Verschmelzung, was wiederum das Hervortreten der Unterschiede begünstigen musste.

Es sollten diesmal noch mehr Individuen zu den Versuchen herangezogen werden als früher. Je grössere Zahlen, um so zuverlässigere Resultate und Schlussfolgerungen. Grosse Zahlen können aber unter den gegebenen Umständen, wie schon erwähnt, nur durch solche Massen- oder Mitrailleusen-Versuche gewonnen werden, die sich auch bei anderen Untersuchungen

[1]) Ganz vereinzelt schob ich auch gelegentlich die Octave ein, die dann fast durchgängig von Allen für Einen Ton gehalten wurde.

noch vielfach bewähren dürften. Sie gewähren noch den besonderen Vorteil, dass kleinere individuelle Eigenheiten, die bei sorgfältigster Auswahl der Personen immer übrig bleiben, sich ausgleichen oder abschwächen, während sie bei Versuchen mit Einem Individuum leicht erheblichen Einfluss gewinnen und nicht abgesondert werden können.

Es zeigte sich auch jetzt, dass man nach geeigneten Individuen nicht lange zu suchen braucht. Eine mehrmalige Aufforderung an die augenblicklichen Hörer meiner „Logik" und „Übungen", mit der Bitte, auch unter ihren Commilitonen dafür zu wirken, hatte zur Folge, dass sich 14 Herren als sehr unmusikalisch zu den Versuchen meldeten. Ich prüfte zunächst Jeden einzeln in Bezug auf vier Aufgaben: einen gegebenen Clavierton aus singbarer Lage nachzusingen; von zwei aufeinanderfolgenden Tönen zu sagen, welcher der höhere; bei Zusammenklängen anzugeben, ob ein oder zwei Töne wahrgenommen würden (sowol bei stark als schwach verschmelzenden Intervallen); endlich bei je zwei durch eine kleine Pause getrennten Zusammenklängen zu bestimmen, welcher angenehmer bez. unangenehmer empfunden werde. Unter den 14 Herren zeigten sich nach diesen Kriterien (wie ich sie auch, obgleich nicht ganz so systematisch, in früheren Fällen benutzte) 12 als von annähernd gleicher musikalischer bez. unmusikalischer Beschaffenheit[1]). Sie gehören unter dieselbe Classe, wie die in § 14, 4 und im gegenwärtigen § erwähnten früheren Versuchssubjecte. Das Treffen eines Tones durch Nachsingen gelang Einigen zwar nach wenigen Versuchen leidlich (hierin finden sich begreiflicherweise, da auch die Kehlkopfinnervation eine Rolle spielt, noch ziemliche Unterschiede). Aber bei der zweiten Frage wurden besonders in der Tiefe allgemein Fehler be-

[1]) Da ich denselben für ihre geduldige Hingabe an die Sache zu besonderem Dank verpflichtet bin und noch gelegentlich auf Wahrnehmungen an Einzelnen derselben Bezug nehme, habe ich mir die Erlaubnis erbeten, hier ihre Namen zu nennen: P. Brodhun, C. Grube, G. Hager, H. Irmisch, G. Keil, O. Lehmann, O. Raack, O. Schulz, H. Steudener, R. Tewes, P. Thiel, W. Wolfrom.

gangen, wenn auch die richtigen Urteile überwogen. Bei der dritten zeigte sich der Unterschied der Intervalle, wie zu erwarten war, und wurden besonders Octaven fast regelmässig, Quinten nicht selten für Einen Ton gehalten. In Hinsicht des Gefühls endlich konnte schon darum Keiner von ihnen als musikalisch gelten, weil abscheuliche Tonzusammenstellungen, wenn nur unmittelbar benachbarte Töne nicht darin vorkamen, zumeist gar nicht als unangenehm bezeichnet wurden[1]).

Zwei von den 14, die sich anfänglich gemeldet, erwiesen sich bei dieser vorläufigen Prüfung sogleich als unbrauchbar für den vorliegenden Zweck. Der Eine deswegen, weil er bei der dritten Frage Octaven in mittlerer Lage nicht blos regelmässig als zwei Töne erkannte, sondern sie auch als Octaven bezeichnete. Wer dies vermag, besitzt schon eine höhere musikalische Bildung als für gegenwärtigen Zweck zulässig, kann wenigstens nicht mehr mit den Übrigen unter Eine Gruppe gerechnet und zu den nämlichen Massenversuchen verwendet werden. Die musikalische Verfassung der Teilnehmer muss möglichst gleich sein, wenn wir die zu gewinnenden Zahlen zusammen rechnen wollen. Auf die Mitwirkung eines Anderen von den 14 musste ich umgekehrt deswegen verzichten, weil er sich in einem kaum glaublichen Grade unmusikalisch zeigte, während doch an der Ehrlichkeit seiner Antworten nicht der leiseste Zweifel möglich war. Bei der zweiten Frage gab er in der Höhe (g^2—g^3) und Tiefe (G_1—G) mehr falsche als richtige Urteile. Bei der dritten war er in keinem einzigen unter allen Fällen von gleichzeitigen Tönen, die ihm vorgelegt wurden, im Stande, die Zweiheit zu erkennen. Der Merkwürdigkeit halber zog ich ihn doch bei der ersten Versuchsreihe mit bei: unter seinen 60 Urteilen waren hier 4 richtige, wovon 2 auf

[1]) Im Einzelnen ergaben sich hier freilich wieder interessante Unterschiede; wie z. B. Einer (Thiel) alle beliebigen Zusammenstellungen als indifferent bezeichnete, während Andere Dur und Moll hinsichtlich der Annehmlichkeit auseinanderhielten. Später, bei der Gefühlslehre, werde ich hierüber und über eingehendere systematische Versuche mit diesen Herren bezüglich der Gefühle Mehr berichten.

die Quinte, eines auf den Tritonus, eines auf die grosse Terz entfielen. Sie müssen als rein zufällig angesehen werden. Die Urteile dieses Herrn sind daher auch in dem folgenden Bericht über die erste Reihe nicht mitgerechnet. Ich werde über den abnormen Fall weiter unten (§ 24) noch Näheres beibringen.

Es wurden 4 Versuchsreihen (am 4., 7., 13., 26. Juli) in der Domkirche zu Halle angestellt. Ich hatte es nicht sogleich auf alle diese Reihen und auf die einzelnen Tonregionen, wodurch sie sich unterscheiden, abgesehen, sondern liess mich durch die Beobachtungen bei jeder Reihe und die danach bleibenden Zweifel und Fragen zu weiteren Reihen und zur Wahl der neuen Versuchsumstände bestimmen. Von Anfang wurden jedoch noch mehr Vorsichtsmassregeln als früher eingeführt. Vor jeder Reihe wurden die in Gebrauch zu nehmenden Pfeifen durch einen tüchtigen Orgelbauer in meiner Anwesenheit auf's Genaueste in die natürliche Stimmung unter einander gebracht, zugleich die Stärke und die Klangfarbe dieser Pfeifen genau regulirt, und darauf gesehen, dass sie normal ansprachen und keine auffallenden Nebengeräusche zeigten [1]). Wie früher wurde die Dauer der Zusammenklänge und die Pausen zwischen ihnen gleich gehalten, abgesehen von grösseren Pausen, die nach je 20 oder je 10 Versuchen eingeschaltet wurden, um der Ermüdung vorzubeugen. Die Dauer eines Zusammenklanges betrug in der 1. Reihe 4, in den späteren 3 Secunden, die der Pause 8 Secunden. Besondere Mühe gab ich mir auch hier, die Tasten genau gleichzeitig niederzudrücken und wieder loszulassen, was man nach einiger Übung mit grosser Exactheit bewerkstelligen kann [2]). Da einzelne Herren nach der ersten Reihe

[1]) Bei den frühern Versuchen waren gröbere Unreinheiten als die, welche die temperirte Stimmung mit sich bringt, und ebenso Ungleichheiten der Stärke u. s. f. durch Auslassung der bezüglichen Pfeifen vermieden, kleine Ungleichheiten auch durch mehrfache Vertretung Eines Intervalls (z. B. *c g*, *d a*, *es b*) möglichst compensirt worden. Letzteres Verfahren bedingt indes einen grösseren Spielraum, als ich mir jetzt gestattete, wo ich mich jedesmal auf eine ganz eng begrenzte Tonregion beschränken, den Raum einer Quinte nicht überschreiten wollte.

[2]) Am besten bedient man sich beider Hände, setzt die Finger aus einiger Höhe mit einer gewissen Schnellkraft auf und hebt sie ebenso

angaben, durch den Nachhall in der Kirche, der in der Tat recht merklich war, in ihren Urteilen mitbestimmt zu werden, indem darin öfters ein Ton hervorträte und sie daran die Zweiheit nachträglich merkten: so gab ich in den späteren Reihen immer zugleich mit dem Loslassen der beiden Tasten[1]) einen tiefen Accord an, welcher die vorherigen Töne auch nicht als Obertöne enthielt; wodurch die Nachklänge jener unwahrnehmbar gemacht wurden. Doch ist nicht anzunehmen, dass das Nachklingen in der 1. Reihe die Verteilung der richtigen und falschen Fälle unter den verschiedenen Intervallen beeinflusste, da es sich ja bei so nahe beisammenliegenden Tönen in gleicher Weise geltend machen musste und das Heraushören wahrscheinlich nur auf einer zufälligen Richtung beruhte, welche die Aufmerksamkeit nachträglich nahm.

Die Urteilenden sassen, wie früher, mit dem Rücken gegen die Orgel und schrieben diesmal ihre Urteile selbst auf. Sie waren ersucht, in Zweifelsfällen das irgend überwiegende Urteil aufzuschreiben und nur bei ganz indifferentem Zustand des Urteils dasselbe als zweifelhaft zu bezeichnen; welches dann mit dem Wert $^1/_2$ gerechnet wurde. Öfters fand ich aber in den Tabellen hinter einem „2“ oder „1“ nachträglich ein Zweifelszeichen; in solchen Fällen ist immer das erste Urteil allein gerechnet. Doch sind auch diese nachträglichen Zweifelszeichen vielfach charakteristisch, indem sie sich mit Vorliebe bei der Quinte finden, wenn diese zuerst als Zweiheit beurteilt war.

Erste Reihe.

Hiezu wurden verwendet die Töne der kleinen Octave *c d e f fis g*, womit die Intervalle *c g*, *c fis*, *c f*, *d g*, *d fis*, *e g*

kräftig zu gleicher Höhe empor. Ich hatte zuerst daran gedacht, um die genaueste Gleichzeitigkeit zu sichern, je zwei Pfeifen durch einen T-Schlauch gemeinsam anblasen zu lassen, was natürlich in einem Laboratorium hätte geschehen müssen. Aber dies erwies sich wegen des mangelhaften Pfeifenmaterials der Hallischen Institute, wie auch wegen der Umständlichkeit und der Gefahr anderer Fehlerquellen weniger ratsam.

[1]) welche dann noch während des Zusammenklanges mit der rechten Hand allein erfasst wurden.

hergestellt wurden; und zwar aus dem Register Hohlflöte[1]). Es ergaben sich unter je 144 (= 12 × 12) Urteilen für jedes Intervall folgende Zahlen der richtigen Urteile:

Kl. Terz 108 Triton 103 Gr. Terz 99 Quarte 64½ Quinte 36.

Die Reihenfolge war also die zu erwartende mit Ausnahme der kleinen Terz. Der Grund stellte sich alsbald heraus, als ich nach den Kriterien fragte, durch welche sich die Urteilenden etwa hätten bestimmen lassen. Mehrere gaben nämlich an, dass sie in zahlreichen Fällen durch Schwebungen bestimmt worden seien, indem sie daraus auf eine Mehrheit von Tönen geschlossen hätten (mittelbares Urteil). Es zeigte sich auch bei einer eigens darauf gerichteten Prüfung, dass sie Schwebungen mit überraschender Genauigkeit und Sicherheit wahrnahmen[2]). Die Schwebungen mussten aber notwendig am meisten merklich werden bei dem kleinsten Intervall, der kleinen Terz, und waren hier wirklich sehr auffällig (32 in der Secunde), auffälliger sogar, wie mir scheint, als bei Registern mit vielen und starken Obertönen, wo auch bei weiteren Intervallen in gleicher Tonlage starke Schwebungen durch benachbarte Obertöne eintreten und so der Unterschied der Rauhigkeit zwischen diesen weiteren und den engeren Intervallen mit ihren directen Schwebungen geringer wird. Auch bei der grossen Terz (*d fis*) musste solcher Einfluss von Schwebungen (36 in der Secunde) stattfinden, und in der Tat ist ihr Unterschied vom Tritonus sehr gering.

---

[1]) Ich konnte hier immerhin noch den 5. Teilton bei besonders scharfem Hinhören wahrnehmen, was nach HELMHOLTZ' Angaben nicht zu erwarten war. Aber die Orgel bietet keine obertonärmeren Klänge.

[2]) Zwei unter diesen waren Candidaten der Naturwissenschaft und Mathematik, einer (GRUBE) Linguist, und besonders der Letztere konnte mit Leichtigkeit Schwebungen bemerken und das Charakteristische (Schnelligkeit u. s. f.) in den einzelnen Fällen beschreiben, obgleich er über das physikalische Wesen derselben keineswegs klar war. Sehr wahrscheinlich hing diese besondere Fähigkeit mit der Gewöhnung an die Analyse der rollenden und geräuschähnlichen Sprachlaute zusammen.

Um nun diesen Nebeneinfluss auszuschliessen, machte ich die Herren vor Allem aufmerksam, dass solche Rauhigkeit auch bei einzelnen Tönen vorkommen könne (Intermittenz) und sie sich überhaupt durch solche Nebenumstände, auch wenn sie ihnen auffielen, nicht sollten bestimmen lassen, vielmehr lediglich durch den qualitativen Toneindruck als solchen. Bei den späteren Reihen wurde denn auch von sämmtlichen Herren hervorgehoben, dass sie sich bewusst seien, nur durch den Klangeindruck als solchen bestimmt zu sein, und dass die Abstraction von den Nebenerscheinungen ihnen keine Schwierigkeiten mache. Zugleich aber veränderte ich der Sicherheit halber die Umstände in der folgenden Reihe so, dass Schwebungen nicht mehr erheblich sich geltend machen konnten.

Zweite Reihe.

Hier wurden die analogen Töne der dreigestrichenen Octave verwendet, die Intervalle *cg*, *cfis*, *cf*, *ce*, *eg*; aber aus dem Register Geigenprincipal 4 Fuss, da die Hohlflöte nicht ganz so hoch hinaufreichte. Die Obertöne des Geigenprincipals konnten aber keinen Unterschied machen (wie überhaupt die Klangfarbenunterschiede nach oben hin immer mehr verschwinden), da sie in dieser Höhe sehr schwach und die Schwebungen, die sie untereinander machen, zu rasch sind, um ohne ganz besonders darauf concentrirte Aufmerksamkeit noch wahrnehmbar zu sein (beim Tritonus c^3 fis^3 schweben die nächstliegenden Obertöne g^4 und fis^4 schon 235mal in der Secunde, bei den übrigen Intervallen noch öfter). Die directen Schwebungen der kleineren Intervalle, $c^3 e^3$ und $e^3 g^3$, betragen 264 in der Secunde[1]). Zugleich nahm ich die Dauer eines Zusam-

[1]) Es war mir von grossem Interesse, zu constatiren, dass diese bei ausdrücklich darauf concentrirter Aufmerksamkeit von mehreren Beobachtern, vor Allem dem obenerwähnten Linguisten Herrn Grube, doch noch bemerkt wurden, sofern der Eindruck jener Intervalle noch deutlich rauher gefunden wurde als der eines einzelnen Tons, wenn dieser unmittelbar nachher angegeben wurde; was auch mein eigenes Ohr durchaus bestätigt. (S. § 27.) Innerhalb der Versuchsreihe selbst hatten in-

menklanges fortan etwas kürzer als früher, wodurch der Wahrnehmung der Schwebungen noch mehr vorgebeugt wurde. Hienach durfte also dieser Nebenumstand als ganz ausgeschlossen gelten.

Es ergaben sich unter je 216 (12 × 18) Urteilen für jedes Intervall als Zahlen der richtigen Urteile:

Triton 178½ Gr. Terz 153 Quarte 132½ Kl. Terz 103 Quinte 100.

Hier ist nun die gegenseitige Stellung aller Intervalle mit Ausnahme der kleinen Terz genau dieselbe wie in der ersten Reihe und wie sie zu erwarten war. Die grosse Terz hat nun auch eine erheblichere Differenz vom Triton. Die kleine Terz steht aber nicht blos nicht mehr an der Spitze, sondern fällt nahezu mit dem anderen Ende, der Quinte, zusammen; was noch weniger als ihre vorherige Stellung dem allgemeinen Verschmelzungscharakter der Terzen, wie er mir nach eigner Beobachtung und früheren Erfahrungen erschien, entspricht[1]). Ich vermutete sogleich, dass hier ein besonderes Hindernis der Analyse in der zu geringen Distanz der Töne gegeben sei. Natürlich ist ja die Distanz der Tonqualitäten von Einfluss auf die Analyse. Sie wird aber von der Mitte des Tonreiches gegen die Höhe wie gegen die Tiefe hin bei gleichem Intervall nach unsren früheren Vermutungen (I 250 f.) eine geringere. Ich prüfte deshalb, ob in dieser Region bei so engen Intervallen nicht etwa schon die Grenze der möglichen Unterscheidung (die qualitative Schwelle) gleichzeitiger Töne für unmusikalische Ohren erreicht sei, indem ich den vier Herren, welche besonders niedrige Zahlen für die kleine Terz geliefert hatten, die beiden Töne zuerst aufeinanderfolgend vorlegte, wobei sie dieselben ganz leicht als zwei verschiedene erkannten, und dann im Zu-

---

dessen die Urteilenden ihrer Aussage zufolge diese Wahrnehmung nur ganz beiläufig hie und da gemacht und sich auch dann nicht dadurch, sondern durch das qualitative Moment des Klanges zum Urteil bestimmen lassen.

[1]) Herr Grube hatte in der ersten Reihe bei der kleinen Terz unter 10 Urteilen 9½ richtige, in der zweiten Reihe unter 18 Urteilen 1 richtiges!

sammenklange. In der Tat gelang es ihnen nicht mit voller Sicherheit, darin die unmittelbar vorher einzeln gehörten Töne wiederzufinden. In der zwei- und eingestrichenen Octave gelang es ohne Weiteres.

Ich ging daher in einer neuen Versuchsreihe um eine Octave tiefer herab:

Dritte Reihe.

Es wurden wieder die analogen Töne und Intervalle, aber in der zweigestrichenen Octave, benutzt; als Register konnte wieder Hohlflöte dienen. Die absoluten Versuchszahlen steigerte ich, wie schon von der ersten zur zweiten Reihe. Es ergaben sich unter je 240 (12 × 20) Urteilen für jedes Intervall als Zahlen der richtigen Urteile:

Quarte 185½ Gr. Terz 185 Triton 174 Kl. Terz 169½ Quinte 156.

Da ich gerade von dieser Versuchsreihe nach den Fingerzeigen der vorangehenden die durchsichtigsten Resultate erwartet hatte, setzte mich dieses Durcheinander, worin nur die drei letzten Intervalle eine nach dem Früheren verständliche Stellung unter sich und nur die Quinte auch ihren beständigen absoluten Platz am Ende der Reihe einnahm, in einige Verzweiflung. Aber eine nähere Betrachtung der Zahlen lehrte alsbald, dass die Werte im Verhältnis zur Gesammtzahl der Urteile ausserordentlich wenig verschieden sind. Es beträgt nämlich die Differenz der Extreme in dieser Reihe (185½—156) nur 12% der Gesammtzahl der Urteile für jedes Intervall, während dieselbe in der ersten Reihe 45%, in der zweiten 36% beträgt. Die Ursachen sind nicht schwer zu finden. Sie lagen offenbar in der nunmehr erlangten Übung der Versuchspersonen (welche sogar innerhalb dieser Reihe noch sehr bedeutend zunahm, sodass die grössere Zahl der Versuche dem Zwecke geradezu entgegenarbeitete), in Verbindung mit dem Umstand, dass die zweigestrichene Octave für Tonurteile jeder Art wol als die günstigste anzusehen ist. Gegenüber der kleinen Octave hatte diese überdies eine beträchtlich grössere Tonstärke und hellere Farbe.

So konnte dieser Versuchsreihe mit ihren relativ so geringen Differenzen auch nur ein relativ geringer Wert beigelegt werden. Die Wirksamkeit der constanten Coefficienten, die den einzelnen Intervallen bezüglich ihrer Analysirbarkeit anhaften, war vor den allgemeinen günstigen Umständen zurückgetreten, und die geringen übrigbleibenden Unterschiede in den Zahlen der richtigen Urteile von Zufälligkeiten abhängig geworden. Es blieb mir daher höchstens noch ein Versuch mit der eingestrichenen Octave zu machen, obgleich hier wieder zu fürchten war, dass die directen Schwebungen der kleinen Terz störend wirken würden. Da die Zwischenzeiten zwischen den einzelnen Versuchsreihen immer grösser wurden (die zweite von der ersten durch drei, die dritte von der zweiten durch sechs, die vierte von der dritten durch dreizehn Tage getrennt), so konnte der Einfluss der Übung vielleicht einigermassen paralysirt werden, und jedenfalls war er, solange nur die Unterschiede der Zahlen gross genug ausfielen, für meine Zwecke irrelevant, da es mir eben nur auf die Stellung der Intervalle zu einander ankam.

Vierte Reihe.

Die analogen Töne und Intervalle wie vorher, in demselben Register, aber in der eingestrichenen Octave. Es ergaben sich unter je 144 (12 × 12) Urteilen als Zahlen der richtigen Urteile:

Kl. Terz 127 Triton 111½ Gr. Terz 108½ Quarte 106½ Quinte 89½.

Die kleine Terz tritt also in der Tat wieder an die Spitze; ihre Schwebungen waren eben wieder so stark, dass das Urteil, selbst beim besten Willen, sich nicht ganz davon scheint emancipirt zu haben. Die Reihenfolge ist überhaupt die nämliche wie in der ersten Reihe. Aber die Differenzen sind viel geringer geworden in Folge der Übung, auch wol der etwas günstigeren Lage. Dennoch ist die relative Differenz der Extreme bedeutend grösser als in der vorigen Reihe, nämlich 26% der Gesammtzahl der Urteile für jedes Intervall, sodass diese Reihe immerhin Beachtung verdient. Bemerkenswert erscheint auch,

dass von drei Versuchspersonen, die schon in der vorigen Reihe besonders gut urteilten, nunmehr fast durchgängig blos richtige Urteile abgegeben wurden (von Zweien ausschliesslich richtige, von Einem bei der Quarte ebenfalls blos richtige, bei den übrigen Intervallen nur je ein falsches). Diese Personen könnten also mit Fug bei der Berechnung ausgesondert werden, da sie gemäss der erlangten Übung jetzt für solcherlei Urteile den Musikalischen gleichgeachtet werden durften (wenn sich auch zweifellos die Übung bald wieder verloren hat). Tun wir dies, so ergeben sich unter je 108 Urteilen für jedes Intervall als Zahlen der richtigen Urteile:

Kl. Terz 92 Triton 76½ Gr. Terz 73½ Quarte 70½ Quinte 54½,

also die nämliche Reihenfolge, aber eine noch grössere relative Differenz der Extreme (35%). Doch wollen wir im Folgenden bei den Rechnungen der Gleichförmigkeit halber auch hier alle zwölf Urteilenden zusammennehmen.

Hiemit schien mir die Grenze erreicht, bis zu welcher unter den vorliegenden Umständen überhaupt noch Ergebnisse zu erhoffen waren. Zugleich waren wir ja auch in der unmittelbaren Nachbarschaft der Ausgangsoctave wieder angelangt und hatten die für Tonurteile wichtigsten Octaven erschöpft.

Für künftige Versuche zu gleichem Zwecke möchte ich hienach die zweigestrichene Octave nur etwa zum Beginn, vor Eintritt irgend merklicher Übung, empfehlen; ausserdem besonders die ein- und dreigestrichene, bei helleren Klangfarben die kleine. Die Klangfarben sind im Übrigen ziemlich irrelevant, wie wir schon bei den früheren Versuchen gesehen; es ist nur der Unterschied, dass hellere Farben für die Zuverlässigkeit des Urteils überhaupt günstiger sind. Für unsere Zwecke wird aber eben nicht möglichste Zuverlässigkeit, sondern ein mittlerer allgemeiner Stand derselben vorausgesetzt, der durch constante Hindernisse noch merklich beeinflusst zu werden vermag. Als die Intervalle, welche die beweiskräftigsten Ergebnisse liefern, sind Octave, Quinte, Quarte, grosse Terz und Tritonus zu bezeichnen, die Terz aber wegen der Schwebungen nicht in der kleinen Octave.

9. Discussion dieser Versuche.

Wir wollen nun die Ergebnisse dieser vier Versuchsreihen (im Folgenden mit I, II, III, IV bezeichnet) mit Rücksicht auf unsre Frage in nähere Erwägung ziehen. Sehen wir von III aus den erwähnten Gründen vorläufig ab, und vergleichen wir in den drei anderen die Reihenfolge der Intervalle, so springt sogleich in die Augen, dass dieselben mit einziger Ausnahme der kleinen Terz vollständig übereinstimmen. In allen drei Reihen stehen

Triton — Grosse Terz — Quarte — Quinte

in eben dieser Folge. Die kleine Terz dagegen hat in II eine wesentlich andere Stellung als in I und IV, und die Gründe sind nach dem Obigen kaum zweifelhaft. Wollen wir nun auch ihr einen Platz ausrechnen, wie sie ihn mutmasslich abgesehen von den genannten variablen Einflüssen hätte, so müssen wir mindestens I und II zusammenrechnen (α), weil so jene entgegengesetzten Umstände sich ungefähr ausgleichen können. Noch besser, wenn wir auch IV dazunehmen (β), weil der besondere Einfluss, dem die kleine Terz in II ihre enorm geringe Zahl verdankt, augenscheinlich noch stärker war als der entgegengesetzte in I und IV. Bei solchen Summirungen mehrerer Reihen kann dann immerhin auch III noch dazugenommen werden (γ und δ): denn wenn gleichmässige Einflüsse in den übrigen Reihen mächtig genug waren, so darf die erhaltene Reihenfolge durch III mit ihren geringen Differenzen nicht mehr verändert werden, wir können also gleichsam die Probe machen. Damit bei diesen Combinationen die einzelnen Reihen mit gleichem Gewicht eintreten, erscheint es als das Richtige, eine gemeinsame Gesammtzahl für alle Intervalle in allen Reihen zu Grunde zu legen. Wir wählen als solche die Zahl 216 (die mittelgrosse, aus II), rechnen also die obigen Zahlen der richtigen Urteile alle auf diese Gesammtzahl um [1]). Hienach ergibt sich folgende

[1]) Die Reihenfolge der Intervalle würde indessen auch ohne solche Umrechnung in der folgenden Tabelle überall die nämliche sein; wie man leicht bei Addirung der Reihen mit ihren ursprünglichen Zahlen sehen kann.

Übersicht:

Addirte Reihen	Gesammtzahl der Urteile für jedes Intervall	Zahl der richtigen Urteile für				
		Triton	Gr. Terz	Kl. Terz	Quarte	Quinte
(α) I, II	432	333	301½	265	229½	154
(β) I, II, IV	648	500	464½	455½	389½	288
(γ) I, II, III	648	490	468	417½	396½	294
(δ) I, II, III, IV	864	657	631	608	557	428

Wir erkennen an dieser Zusammenstellung, dass die Reihenfolge der Intervalle, die Stellung jedes Intervalls gegen jedes andere in Hinsicht der richtigen Urteile, bei jeder Combination genau dieselbe ist. Auch die kleine Terz erhält nun einen festen Platz, den sie in allen Querreihen behauptet: zwischen grosser Terz und Quarte[1]. Die übrigen Intervalle, die ohnedies schon in den isolirten Reihen I, II und IV identische Plätze einnahmen, behalten dieselben nicht blos, wie natürlich, auch in den Combinationen dieser Reihen, sondern auch bei der Hinzurechnung der dritten Reihe zu einer dieser Combinationen.

Es ist hiemit, wie ich glaube, bewiesen, dass jedes der untersuchten Intervalle als solches einem mächtigen constanten Einflusse in Hinsicht der Leichtigkeit seiner Analyse unterworfen ist.

Und wiederum ist es auch diesmal nicht möglich, irgend einen anderen Einfluss als den Verschmelzungsgrad hiefür in Anspruch zu nehmen. Wäre die Distanz ausschlaggebend, so

[1] Auch wenn wir II und IV zusammennehmen, ist diese Stellung und die Folge der Intervalle überhaupt dieselbe. Es ergibt sich unter je 432 für den Triton 345½, gr. Terz 316, kl. Terz 293½, Quarte 292½, Quinte 234. Aber diese Combination ist nicht in die Übersicht aufgenommen, weil man mit Recht sagen kann, dass der Unterschied zwischen kleiner Terz und Quarte hier minimal, daher die Stellung der kleinen Terz vor der Quarte rein zufällig sei. Und dies begreift sich daraus, dass die Schwebungen der Terz bei IV nicht so stark waren wie bei I, und darum nicht genügen, dem entgegengesetzten Umstand bei II das Gleichgewicht zu halten.

müsste die Quinte am umgekehrten Ende der Reihe stehen, dann Triton, Quarte, grosse und kleine Terz, also eigentlich nur die Stellung der beiden letzteren gegen einander und gegen den Tritonus diejenige sein, die sie wirklich einnehmen. Ein Einfluss von Schwebungen war zwar in diesen Versuchsreihen nach Aussage der Personen und nach dem charakteristischen Detail der Ergebnisse mehrfach unverkennbar (was ohne Zweifel gegenüber dem Befunde bei den früheren Versuchen mit bereits angedeuteten individuellen Gewohnheiten der bezüglichen Personen zusammenhängt), blieb jedoch auf die angegebenen Grenzen beschränkt und ist in den obigen Combinationen α—δ als eliminirt zu betrachten.

Von dem Annehmlichkeitsgefühl haben sich die Personen nach bestimmter Aussage nicht leiten lassen; es war ohnedies sehr wenig ausgebildet und erst durch absichtliche Besinnung, wenn überhaupt, bestimmbar; auch die Schwebungen traten nicht etwa als Moment der Annehmlichkeit oder Unannehmlichkeit sondern als eine indifferente sinnliche Erscheinung in's Bewusstsein. Besondere Versuche über die Annehmlichkeit von Intervallen lehrten überdies, dass z. B. Tritonus und grosse Terz der Hälfte der Personen gleich angenehm erschienen (den Übrigen teils Tritonus, teils Terz angenehmer, teils beide indifferent). Quinte und grosse Terz fanden in dieser Folge (doch mit Pausen dazwischen) die Hälfte der Urteilenden gleich angenehm, während Vier die Terz angenehmer fanden; in der umgekehrten Folge fanden Fünf die Quinte angenehmer, Drei beide gleich angenehm. Bei Quarte und grosser Terz in dieser Folge schien sieben Herren die Terz angenehmer, bei kleiner Terz und Quarte schien sechsen die Quarte angenehmer, während die übrigen Urteile immer in den vorhin erwähnten Richtungen auseinandergingen. Man sieht schon aus diesen Proben, dass, welche Momente auch immer das Gefühl bestimmen mochten, das Gefühl seinerseits nicht bestimmend war für das Urteil, ob ein oder zwei Töne vorlagen.

An den Einfluss von Obertönen endlich ist aus denselben Gründen wie in den früheren Versuchen nicht zu denken.

Wir schliessen also aus diesen Versuchen mit neuer Zuversicht, dass die Verschmelzungsgrade der genannten Intervalle es sind, die auch diesmal ihre Reihenfolge in Hinsicht der Analysirbarkeit in der Hauptsache bestimmten und in dieser Reihenfolge zum Ausdruck kommen.

Nur bezüglich der Einen Frage, auf die es mir ausser der Bestätigung des bereits früher Gefundenen ankam, des Verhältnisses von grosser und kleiner Terz, wage ich den entsprechenden Schluss nicht mit gleichem Zutrauen. Denn obgleich auch ihre Stellung bei allen obigen Combinationen dieselbe bleibt, so bemerken wir doch, dass die Combination β, durch welche nach den obigen Bemerkungen Zufälligkeiten am besten compensirt sein dürften, nur einen geringen Unterschied zwischen den Zahlen beider Intervalle bestehen lässt, während alle übrigen Zahlen in allen Querreihen ganz erhebliche Differenzen von ihren Nachbarn zeigen. Bedenken wir dazu, dass die grosse Terz eine etwas grössere Tondistanz darstellt als die kleine, und dass dieser an sich unbedeutende Distanzunterschied doch in der Nähe der qualitativen Unterscheidungsschwelle immerhin einen Unterschied für die Leichtigkeit der Analyse machen kann (und zwar auch in denjenigen Versuchsreihen, wo die kleine Terz nicht so hart an die Schwelle streift, wie dies bei II sicherlich der Fall war): so werden wir auf eine stärkere Verschmelzung der kleinen Terz gegenüber der grossen keineswegs mit derselben Sicherheit schliessen dürfen, wie auf die Verschmelzungsunterschiede der übrigen Intervalle untereinander und der beiden Terzen gegenüber den übrigen. Vielmehr wird es wahrscheinlich, dass die Terzen einander in der Verschmelzung gleichstehen — wie dies meiner subjectiven Wahrnehmung entspricht —, wenn nicht gar die grosse Terz eine stärkere Verschmelzung besitzt, wie dies Einer etwa deductiv aus dem Umstand erschliessen könnte, dass im Allgemeinen mit wachsender Grösse beider Verhältniszahlen der Schwingungen die Verschmelzungsgrade abnehmen. Absichtlich enthalte ich mich jedoch hier solcher Schlüsse und bleibe daher einstweilen in

Ermangelung deutlicher objectiver Ergebnisse für das Verhältnis der Terzen zu einander bei der Aussage meines eigenen Bewusstseins.

So hat sich denn auf dem Wege der Massenversuche an Unmusikalischen die aufgestellte Hierarchie so gut bestätigt, als es nur immer bei Versuchen an lebendem Material der Fall sein kann, wo man bei aller Vorsicht immer noch mancherlei unvorhergesehene oder doch unabwendbare Einflüsse in den Kauf nehmen muss; wie Jeder aus Erfahrung weiss, der hierin Erfahrung hat.

Nicht ohne Interesse und teilweise auch zu weiterer Bestätigung dienend ist der Fortschritt der Übung in den vier Hallischen Versuchsreihen; worauf schon vorübergehend hingewiesen wurde.

Es wurden abgegeben

in der Reihe	I	unter	720	Urteilen	410½	richtige,	also	57%
„ „ „	II	„	1080	„	667	„	„	62%
„ „ „	III	„	1200	„	870	„	„	72,5%
„ „ „	IV	„	720	„	543	„	„	75,4%

Nun ist allerdings zu bedenken, dass die Tonregion nicht dieselbe blieb; was uns hindert, diese Zahlen als genauen Ausdruck der fortschreitenden Übung zu betrachten. Doch konnte der Wechsel der Region nur beim Übergang von II zu III in erheblich günstigem Sinne wirken, wo denn auch die Übungszahlen den grössten Fortschritt zeigen. Von III zu IV veränderte sich die Region vielmehr zu Ungunsten der Zuverlässigkeit, und dennoch ist ein, wenn auch geringer, Fortschritt in den Zahlen, der also wol auf Rechnung der Übung gesetzt werden muss. Wahrscheinlich wären die Fortschritte überhaupt noch bedeutender gewesen, wenn die Zwischenzeiten der Versuchsreihen nicht immer um's Doppelte vergrössert worden wären. Mir lag ja daran, den Eintritt der Übung möglichst hintanzuhalten.

Die Übung verteilte sich verschieden auf verschiedene Personen. Wie schon erwähnt, konnten am Schluss der vierten Reihe drei Personen als geheilt entlassen werden, während bei anderen auch da noch starke Unsicherheit verblieb.

Auch die Intervalle waren aber der Übung in verschiedenem Masse zugänglich. Aus den obigen Tabellen ergibt sich, dass das Urteil bei den stärker verschmelzenden Intervallen im Ganzen stärkere Fortschritte macht, was offenbar damit zusammenhängt, dass es bei diesen anfänglich am öftesten fehlgeht (vgl. I 323, wo ebenfalls die zuerst am schlechtesten beurteilten Intervalle die grössten Übungsergebnisse aufweisen). Die Zunahme der Zahl der richtigen Urteile in der letzten gegenüber der ersten Reihe (beide auf 216 Gesammturteile für jedes Intervall umgerechnet) beträgt bei

Triton	gr. Terz	kl. Terz	Quarte	Quinte
$12^1/_2$	$14^1/_2$	$28^1/_2$	63	80

Die Zunahme innerhalb der vier Reihen ist freilich nicht überall gleichmässig. Am besten lassen sich gerade I und IV wegen der Ähnlichkeit aller Umstände vergleichen. Doch ist auch der Fortschritt der zweiten gegen die erste Reihe lehrreich, wenn man von der kleinen Terz absieht. Die Zahl der Quinte nimmt hier beinahe um's Doppelte zu (von 54 auf 100, wenn I auf 216 als Gesammtzahl umgerechnet wird), die der Quarte um ein gutes Drittel (von 97 auf $132^1/_2$), die der übrigen Intervalle viel weniger (gr. Terz von $148^1/_2$ auf 153, Triton von $154^1/_2$ auf $178^1/_2$).

Sehr bemerkenswert ist es, dass diejenigen Herren, welche in der letzten Versuchsreihe fast regelmässig die Zweiheit der Töne erkannten, doch ausdrücklich angaben, es sei ihnen diese Zweiheit nicht überall gleich deutlich gewesen. Einer formulirte diese Wahrnehmung zuerst dahin: manchmal schienen ihm beide Töne „nebeneinander", manchmal aber „zusammen" zu sein. Weiter erklärte er dies unter Zustimmung eines Anderen dadurch, dass ihm das eine Mal die Töne eben deutlicher oder klarer, das andere Mal weniger deutlich als zwei erschienen. Es sei ihnen dies als ein eigentümlicher Unterschied der Klänge aufgefallen. Ich glaube hieraus schliessen zu dürfen, dass diesen Individuen bereits das Phänomen der Verschmelzung in sich selbst direct wahrnehmbar wurde, während vorher durch dasselbe zwar das Verhältnis ihrer

richtigen und falschen Urteile bei den einzelnen Intervallen mitbedingt worden, ihnen aber die Ursache ihrer Urteile nicht offenbar geworden war.

Endlich erwähne ich, dass in den Fällen, wo zwei Töne wahrgenommen wurden, sämmtliche Teilnehmer mit Bestimmtheit gleichzeitige und nicht etwa abwechselnde Töne zu hören behaupteten.

10. Abstände zwischen den Verschmelzungsstufen. Verschmelzungscurve. Zweifelhafte Puncte.

Wir haben aus den erhaltenen Zahlen für Octave, Quinte, Quarte, Terz und Secunde nur das Eine geschlossen, dass der grösseren Zahl richtiger Urteile in einer und derselben Versuchsreihe im Allgemeinen geringere Verschmelzung entspreche; nicht etwa, dass die Verschmelzungsgrade in dem durch diese Zahlen ausgedrückten Verhältnis ständen. Die Voraussetzung einer einfachen Proportionalität zwischen Verschmelzungsgrad und Zuverlässigkeit der Analyse wäre selbst dann willkürlich, wenn alle anderen Bedingungen der Analyse ausser der Verschmelzung die gleichen wären. Nun aber variiren überdies die Zahlenwerte für ein und dasselbe Intervall erheblich in den verschiedenen Versuchsreihen, während der Verschmelzungsgrad allen unseren Erwägungen zufolge derselbe bleibt. Durch weitere Fortsetzung solcher Versuche an ähnlichen Individuen, wobei allemal mit dem Eintritt einer merklichen Übung abzubrechen wäre, würden diese Schwankungen zwar immer mehr verschwinden und gewissermassen objectivere Durchschnittswerte für jedes Intervall herauskommen. Aber auch dann würde man kaum durch irgend eine bindende Folgerung aus diesen Werten zahlenmässige Bestimmungen der Verschmelzungsgrade selbst ableiten können.

Dagegen kann und muss aus bedeutenden constanten Unterschieden in der Grösse der Zahlenabstände allerdings der Schluss gezogen werden, dass auch die Verschmelzungsstufen ungleiche Abstände untereinander besitzen. Dies ist eine notwendige Folgerung, wenn wir die Verschmelzung überhaupt als die wesentlichste Ursache der gefundenen Zahlenunterschiede

betrachten. In dieser Beziehung verdienen in der Tabelle S. 168 besondere Beachtung die ausserordentlich viel grösseren Abstände zwischen Quarte und Quinte gegenüber allen übrigen Abständen. In allen Querreihen der Tabelle wiederholt sich dies, wie aus folgender Differenztafel ersichtlich:

	Gesammtzahl	Diff. Triton – gr. Terz	Diff. gr. Terz – kl. Terz	Diff. kl. Terz – Quarte	Diff. Quarte – Quinte
(α)	432	31½	36½	35½	75½
(β)	648	36½	8	66	101½
(γ)	648	22	50½	21	102½
(δ)	864	27	22	51	129

Der Abstand von Quarte und Quinte ist bei α, γ und δ über doppelt so gross, als der grösste sonstige Abstand, bei β übertrifft er wenigstens denselben weitaus und ist so gross wie die beiden nächstgrössten Abstände zusammengenommen.

Ziehen wir nun auch die Octave in die Vergleichung, wie sie in den früheren Versuchen auftritt, so sehen wir in den ersten Versuchen S. 145 zwischen Octave und Quinte einen ungeheuer viel grösseren Abstand als zwischen Quinte und allen folgenden Intervallen.

Dies führt auf die Vermutung, *dass mit zunehmender Verschmelzung zugleich der Abstand zwischen den Verschmelzungsstufen zunehme*. Dieser Vermutung widerspricht allerdings die vereinigte Tabelle aus den weiteren Versuchen S. 148 insofern, als hier der Abstand zwischen Octave und Quinte kleiner ist als zwischen Quinte und Quarte; aber ein Blick auf die drei einzelnen Versuchsreihen lehrt, dass diese Verschiebung nur von der ersten Reihe kommt, während in der zweiten und dritten der Abstand zwischen Octave und Quinte den von Quinte und Quarte doch um etwas übertrifft. So verliert die Ausnahme an Gewicht und würde vermutlich in einer aus zahlreicheren Einzelreihen gebildeten Gesammttabelle verschwinden.

Wir können diese Frage aber auch dem directen Urteil unterwerfen. Ebenso wie es einen Sinn hat, die Distanzen von Empfindungsintensitäten untereinander zu vergleichen und die

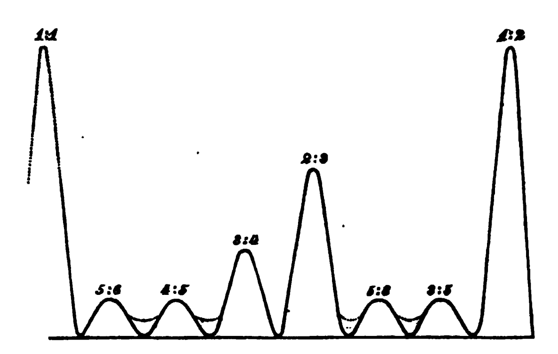
eine als grösser, kleiner, gleich gegenüber der anderen zu bezeichnen, ja auch infolge Dessen von doppelter, dreifacher Intensitätsdistanz zu reden: so kann es auch Distanzurteile über Verschmelzungsgrade geben (Urteile höherer Ordnung, vgl. I 98, 122 f., 392 f.). Dergleichen Urteile können selbstverständlich nur höchst Geübten zugemutet werden, die zugleich auch theoretisch alle in Betracht bez. in Abrechnung kommenden Umstände genau kennen und im gegebenen Fall von denselben zu abstrahiren gelernt haben. Soweit ich mir in gegenwärtiger Frage ein solches Urteil zutrauen darf, scheint mir in der Tat das obige Gesetz zu bestehen.

Auf diesem doppelten Wege könnten wir mit der Zeit immerhin zu gewissen zahlenmässigen Bestimmungen über die Abstände der Verschmelzungsstufen gelangen, niemals aber zu solchen über die Verschmelzungsstufen selbst; ganz analog wie bei den Intensitäten von Empfindungen[1]).

Hienach kann man auch versuchen, sich das System der Verschmelzungsstufen in einer Curve zu veranschaulichen, und wir wollen dies tun, nicht so sehr dem „angenehmen Holzschnitt“ an sich zu Liebe, als um einige weitere Bemerkungen daran zu knüpfen über Puncte, welche noch genauerer Unter-

[1]) Wenn man die Querreihe β der Tafel S. 168 als diejenige zu Grunde legt, worin die Verschmelzungsverhältnisse am reinsten zum Ausdruck kommen, und für die Quarte rund 400, für die Quinte 300 ansetzt, so könnte man die Octave nach den früheren Erfahrungen mit rund 100 anfügen. Setzen wir dann diese Reihe jenseits 400 nach gleichem Gesetz (die Differenz immer halbirend) weiter fort, so erhalten wir 450, 475, $487\frac{1}{2}$, $493\frac{3}{4}$, $496\frac{7}{8}$ .... und würden bei diesen Zahlen zunächst an die grossen und kleinen Terzen und Sexten, dann an die natürliche Septime und etwaige ähnliche Intervalle denken können. Die letzte der genannten Zahlen deckt sich aber bereits nahezu mit derjenigen des Tritonus in der Reihe β (500). So würden diese gleichsam idealen Zahlen der richtigen Urteile, wenn wir die jeweilig kleinere Zahl als Ausdruck der grösseren Verschmelzung betrachten, das Gesetz der Verschmelzungsabstände darstellen. Aber ich möchte auf eine solche Speculation ausdrücklich nicht das mindeste Gewicht legen; wir brauchen sie nicht.

suchung bedürften. Denken wir einen Ton festgehalten und einen anderen vom Einklang stetig in die Höhe steigend bis zur Octave, so können wir uns von der Aufeinanderfolge der Verschmelzungsstufen folgendes Bild machen:



Die Wellengipfel bedeuten die höheren Verschmelzungsgrade und wieder der höhere Gipfel jedesmal den höheren Grad, der Wellenboden den niedersten Grad überhaupt. Die Unterschiede zwischen den stärkeren Verschmelzungsgraden sind gemäss dem eben Gesagten grösser genommen als die zwischen den schwächeren, im Übrigen allerdings willkürlich. Dem unter 3. d) erwähnten Unterschied, wonach bei stärkerer Verschmelzung der Übergang in die unterste Stufe rascher erfolgt, ist durch die steilere Form der bezüglichen Erhebung Rechnung getragen. Bei Weiterbewegung des veränderlichen Tones über die Octave hinaus würden sich die Formen identisch wiederholen.

Von den punctirten Linien bezieht sich die erste auf das sogleich nachher zu besprechende hypothetische Verhältnis der Prime.

Die übrigen punctirten Linien sollen den Zweifel andeuten, ob zwischen den dadurch verbundenen Verschmelzungsstufen, z. B. grosser und kleiner Terz, nicht vielleicht die Verschmelzung statt auf den niedersten Grad auf einen nur relativ geringeren zurückgeht. Ich möchte dies nicht unbedingt ausschliessen. Besonders der Übergang von der Quinte (2:3) zur

kleinen Sext (5:8) legt solchen Zweifel nahe; hier ist ja die übermässige Quinte bereits fast identisch mit der kleinen Sext.

Ebensowenig möchte ich praejudiciren über etwaige feinere Unterschiede der Verschmelzung innerhalb der sämmtlichen Tonverhältnisse, welche wir zur untersten Classe rechneten; wie dies bezüglich 4:7 bereits oben ausgesprochen ist. Das letztere würde zwischen den Gipfeln 5:6 und 1:2 als ein kleinerer einzutragen sein. Entsprechend dann vielleicht auch 7:8 zwischen 1:1 und 5:6.

Es darf nicht Wunder nehmen, dass in einer Angelegenheit, über welche unmittelbare Beobachtung zuerst und zuletzt entscheiden soll, gleichwol noch Zweifel bleiben. Leicht liessen sich aus sonstigen Sinnesgebieten analoge Zweifel und Streitigkeiten anführen über das, was man eigentlich unter bestimmten Umständen sieht u. s. w., während doch eben diese Wahrnehmungen, deren genaue inhaltliche Beschreibung Schwierigkeiten macht, nicht blos dem gewöhnlichen Leben, sondern auch den bildenden Künsten mit zu Grunde liegen. Man braucht sie darum noch nicht zu den „unbewussten" zu zählen; sie sind nur schwer von den daran geknüpften sonstigen psychischen Elementen zu trennen (vgl. o. über die Quarte). Die Zweifel über die Senkung der Curve an den punctirten Stellen haben noch eine besondere Ursache in dem Umstand, dass die angrenzenden Intervalle nur wenig (um einen halben Ton) verschieden sind und darum das Dazwischenliegende immer nur unter dem Gesichtspunct einer Abweichung von jenen, einer verstimmten Terz u. s. f. aufgefasst wird. Ausserdem sind die hier zweifelhaft gelassenen Differenzen jedenfalls geringer als die übrigen; ihre Wahrnehmung würde daher ein äusserst verfeinertes Urteil über diesen besonderen Fragepunct erfordern. Die Geschichte der Musik wie der Musiktheorie wird uns im folgenden Bande noch sprechende Belege dafür liefern, dass das Verschmelzungsurteil sich im Laufe der Zeiten verfeinert hat, dass selbst die Erhebung der Terzen und Sexten über den Wellenboden im Altertum lange Zeit unbemerkt geblieben ist. So ist es immer denkbar und sogar wahrscheinlich, dass nach

und nach auch künftig innerhalb der Tonverhältnisse der untersten oder der beiden untersten Verschmelzungsstufen feinere Unterschiede bemerkt und vielleicht auch praktisch verwertet würden; m. a. W. dass 4:7 (7:8), 6:7 (7:12) und dgl. zu „Consonanzen" erhoben würden. Dies würde freilich eine vollständige Umgestaltung unseres Musiksystems bedeuten.

11. Hypothetische Verschmelzung der Prime.

Kann man bei dem Schwingungsverhältnis 1:1 von zwei Tönen gleicher Höhe reden? Der Umstand, dass zwei Wellensysteme zum Ohr dringen, die von zwei getrennten objectiven Schallquellen herrühren, kann uns natürlich nicht dazu veranlassen, zwei Tonempfindungen zu statuiren. Wol aber lässt der Umstand, dass wir gewöhnlich mit zwei Ohren hören, die Frage, für diesen Fall wenigstens, berechtigt erscheinen. Aber es ist nicht ganz leicht zu entscheiden, ob wir wirklich von den beiden Ohren zwei oder nur Einen Ton erhalten. Der Unterschied *pq*, von dem wir o. 52 f. sprachen, scheint mir nicht notwendig die Zweiheit der Empfindungen bei gleicher Qualität derselben zu bedingen. Wir müssen diese Frage hier auf sich beruhen lassen, um uns nicht zu weit von der Richtung unserer Untersuchung zu entfernen; sie ist nur in Verbindung mit einer eingehenderen Behandlung der Fragen über Tonlocalisation zu erörtern.

Setzen wir indessen einmal die Zweiheit voraus, so erhält damit das Verhältnis der Prime für den Fall des zweiohrigen Hörens eine subjective Bedeutung (und zwar auch bei einer objectiv einheitlichen Schallquelle und Schwingung); und es kann dann weiter gefragt werden, ob hier der gleiche oder ein stärkerer Verschmelzungsgrad stattfindet als bei der Octave (einen geringeren wird ohnedies Niemand annehmen).

Aber auch diese Frage wäre schwer durch blosse Beobachtung zu lösen, da jedenfalls die beiden Empfindungen schon wegen des Mangels alles qualitativen Unterschiedes schwer trennbar sein müssen (der natürliche Höhenunterschied beider Ohren wird hier als getilgt vorausgesetzt, vgl. o. 138). Die Unterscheidung aber bildet die Voraussetzung des unmittelbaren

Urteils über Verschmelzung. Deductiv jedoch wäre aus dem unter 2.g) erwähnten Gesetz, wonach Erweiterung eines Intervalls um eine Octave das Verschmelzungsverhältnis nicht verändert, zu schliessen, dass die Primen- der Octavenverschmelzung gleich wäre.

Die Frage sollte nur der Vollständigkeit halber hier angeregt und in dieser rein hypothetischen Weise beantwortet werden. Für die späteren Untersuchungen dieses Werkes hat sie keine Bedeutung, da musikalisch ein zweiohrig gehörter Ton stets nur als Einer gilt und die etwaige örtliche Zweiheit der Empfindung ignorirt wird.

12. Bestätigungen durch die musikalische Praxis und durch Äusserungen von Theoretikern.

Ohne noch die Bedeutung der hier beschriebenen Verhältnisse für die Musiktheorie zusammenhängend zu verfolgen, wollen wir doch einstweilen zum Beweise, dass sie dem menschlichen Ohr in frühesten Zeiten und weitesten Kreisen keineswegs entgangen sind, kurz darauf hinweisen, dass nicht blos von Alters her und, soviel wir wissen, selbst bei den wildesten Völkern, Männer und Weiber in Octaven singen und dies dem einstimmigen Gesang als aequivalent betrachten, sondern dass sich in nicht geringer Zahl auch fortgeführte Quinten- oder Quartenparallelen in der Musik verschiedener Völker finden[1]), analog den Anfängen des mittelalterlichen „Organum"; dass endlich Natursänger auch bei uns oft genug in Quinten singen, ohne es zu beabsichtigen[2]), offenbar weil dieses Intervall auch noch einen annähernd einheitlichen Eindruck macht. Es besteht zwischen der Octave, die unsre Theoretiker dem „Unisono" gleichstellen, und der Quinte in dieser Hinsicht ein blos gradueller Unterschied; ein einziger Ton ist ja die Octave ebenfalls nicht.

---

1) Vgl. z. B. das von Ellis und mir Angeführte in der Vierteljahrsschrift f. Musikwissensch. II (1886) 522. Bei einer Singhalesentruppe habe ich inzwischen Analoges beobachtet.

2) Mozart erzählt in seinen Briefen, dass er dies in Mailand gehört. Ich hatte Gelegenheit, es näher, in meiner Küche, zu vernehmen. Vgl. auch Helmholtz 420.

Wenn in der modernen Musik Quintenparallelen verboten sind, so hat dies besondere Gründe, die aber viel schwerer auseinanderzusetzen sind, als die Gründe für ihre Anwendung. Eine Sirene mit doppelter Löcherreihe im Verhältnis 2:3 macht bei stetigem Emporsteigen der beiden Töne von tiefster Tiefe zur mittleren Region einen ganz grossartigen Eindruck. Wir haben nur in unsrer Musik für stetige Veränderungen überhaupt keine Verwendung, sonst würden solche Quintenparallelen zu den beliebtesten Tonmalereien gehören. Aber selbst auf unsrer Orgel haben sich nicht blos Octaven-, sondern auch Quinten- und Terzen- und Mixturen-Register trotz des heftigen Widerspruches der Theoretiker[1]) vom Mittelalter bis auf die heutige Zeit erhalten. Bei den erstgenannten klingt durch eigens angefügte Pfeifen die höhere Octave, Quinte, Terz (Decime), bei den Mixturen klingen sogar Terz und Quinte zugleich mit. Die Einrichtung ist so getroffen, dass bei vernünftiger Anwendung (hinreichend überwiegender Verstärkung des Grundtons durch andere Register) ein annähernd einheitlicher und doch vollerer Eindruck erzielt wird, obgleich feine Ohren bei besonders darauf gerichteter Aufmerksamkeit die mitklingenden Töne heraushören und dann natürlich in ihren musikalischen Gefühlen durch solche barbarisch unvermittelte Dreiklangsfolgen aufs Tiefste beleidigt werden. Das ist ja aber ebenso der Fall bei den Obertönen[2]).

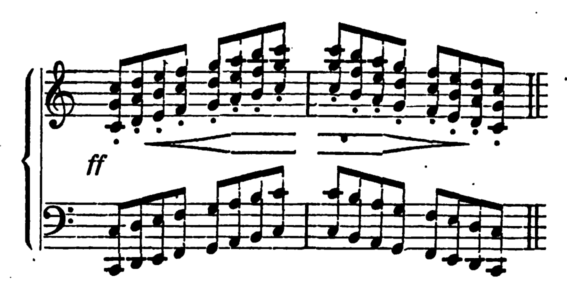
Ambros gibt ein Beispiel, wie man auf dem Clavier die Quintenregister ohne unangenehme Wirkung nachahmen könne[3]):

---

[1]) Z. B. Chladni und G. Weber. S. des Letzteren „Versuch einer geordneten Theorie der Tonsetzkunst“ I 13; IV 92.

[2]) Es soll nicht geleugnet werden, das Mixturen öfters auch nur des Lärms halber und in unsinniger Weise zusammengefügt werden. So findet sich in der grossen Orgel des Stiftes Strahow in Prag eine 16fache Mixtur, worin sogar die grosse und kleine Terz zusammen vorkommen, wenn auch in verschiedenen Octaven. Eine Tonleiter, auf diesem Register allein gespielt, kann „Stein' erweichen, Menschen rasend machen“. Aber aus Misbräuchen kann nicht gegen den Gebrauch argumentirt werden.

[3]) Zur Lehre vom Quintenverbot 33.



Jeder Zusammenklang enthält hier Octaven, Quinten und Quarten; und doch, wenn das Ganze rasch und kräftig gespielt wird, machen sich die Quinten- und Quartenparallelen nicht unangenehm geltend. Es kommt eben Alles darauf an, ob sie als solche bemerkt werden.

Das Interessanteste aber an diesem Beispiel ist Ambros selbst entgangen. Man wird finden, dass nur am oberen Ende des Passus die Wirkung sich zum Schlechteren ändert, und mir war dies aufgefallen, ehe ich noch den Grund erkannte. Dieser liegt einfach darin, dass bei $h^1 f^2 h^2$ keine Quinte und Quarte, sondern eine verminderte Quinte und übermässige Quarte (beide auf dem Clavier gleich dem Tritonus) verbunden sind. Ambros hätte daher besser für seinen Zweck die Figur nur etwa bis g^2 und dann wieder zurück laufen lassen. Aber man sieht, wie sich für das Gehör augenblicklich selbst bei raschem Tempo die geringere Verschmelzung geltend macht.

Eine weitere vorläufige Bestätigung finden wir in Dem, was über den Eindruck der Octave, gelegentlich aber auch über den der Quinte, von Musiktheoretikern und Akustikern selbst da oder dort ausgesprochen wird — abgesehen noch von dem ausdrücklichen Hinweis auf die Verschmelzungstatsachen, wie er sich in den älteren Definitionen von Consonanz und Dissonanz findet, worüber wir im folgenden Abschnitt Ausführliches berichten.

So fragt der junge Descartes einmal, warum zwei Stimmen nur in der Octave miteinandergehen dürfen (die Frage selbst stellt schon Aristoteles), und gibt als Grund an, dass bei der Quinte die beiden Töne mehr das Gehör beschäftigen [1]).

---

[1]) Musicae Compendium, Amstelod. 1683 (verfasst 1618) p. 19: „Ratio enim quare ita octava possit poni, est, quia unisonum in se complec-

Rameau und D'Alembert sprechen von einer Vermischung der Octaventöne[1]) (die der Letztere allerdings fälschlich auf ihre Ähnlichkeit zurückführt); H. Bellermann von einer solchen in geringerem Grade auch bei Quinten[2]). H. Riemann bemerkt, „dass für unsere Auffassung (nicht blos für die Auffassung!) schon im einzelnen Klange mit Obertönen die Octaven noch in ganz besonderer Weise mit dem Grundton verschmelzen; . . . selbst in Klangfarben, wo die 2 stärker ist als die 1, ist es sehr schwer, sie getrennt aufzufassen“[3]).

E. H. Weber bemerkt einmal: „Wir sind nicht im Stande, die Empfindungen der Wärme und Kälte in eine verschmolzen uns vorzustellen, etwa wie wir uns einen höheren und einen tieferen Ton vorstellen, indem wir sie im Verhältnisse einer Tertie auf-

---

titur, tuncque duae voces instar unius audiuntur, quod idem in quinta non accidit; hujus enim termini magis inter se differunt, ideoque plenius auditum occupant“. Auch weiter unten (47) sagt er, es sei „minor differentia“ zwischen den Tönen der Octave als zwischen denen der Quinte. Da dies offenbar von der Distanz der Töne nicht gilt, so kann ihm nur die grössere Einheitlichkeit des Eindrucks vorgeschwebt haben.

[1]) Rameau, Demonstration du Principe de l'Harmônie, 1750, p. 16. D'Alembert, Systemat. Einleitung in die musikalische Setzkunst. Aus dem Französischen mit Anmerkungen von F. W. Marpurg, 1757, S. 12—13.

[2]) Der Contrapunct [2] (1877) 127: „In beiden Intervallen vermischen sich ihre Töne so vollkommen miteinander, dass, wenn zwei Stimmen in Octaven- und Quintenparallelen einhergehen, wir die Verschiedenheit zweier solcher Stimmen nicht mehr in genügender und befriedigender Weise mit dem Ohre wahrzunehmen im Stande sind. Bei der Octave ist dies selbstverständlich in noch höherem Masse als bei der Quinte der Fall“.

[3]) Musikalische Syntaxis 1877, S. 10. In der Erstlingsschrift „Über das musikalische Hören“ (Göttinger Diss., gedr. Leipzig 1874) veranlasst diese Tatsache Riemann zu naturphilosophischen Speculationen, die er wol jetzt selbst nicht mehr billigen dürfte. „Die Durchführung der Zweiheit in den organischen Bildungen lässt darauf schliessen, dass diese als einfachstes Vielfache die Stelle der Einheit, welche als ruhendes Moment keine Fähigkeit zu Weiterbildungen hat, zu verwerten berufen sei; sodass wir . . . die Zwei als eine aus sich heraustretende Eins anzusehen hätten und sie mit Eins nahezu identisch nennen müssten“ (S. 18). Der Vorgang M. Hauptmann's, den Riemann auch heranzieht, verdiente gerade in dieser Richtung keine Nachfolge.

fassen“[1]). Der Gegensatz ist freilich schief, da Weber eine Verschmelzung zu einer mittleren Temperatur im Auge hat[2]), wofür ja auch das Tonreich kein Analogon bieten würde. Aber die Tonverschmelzung selbst hat er offenbar beobachtet.

Deutliche Hinweise liegen sodann in den Streitschriften, welche Ohm und Seebeck über die Definition des Tones wechselten, und in Dem, was Helmholtz über die Octavenverschmelzung aus Anlass eines von Ohm angegebenen und von ihm modificirten Versuches bemerkt hat (worüber Näheres § 21, 3; § 23, 2, b); ebenso in den Beschreibungen R. König's „Über den Zusammenklang zweier Töne“[3]), in Bemerkungen Kessel's, A. f. O. XVIII (1882) 137. Doch ist hier überall Verschmelzung identificirt mit Nichtunterscheidung beider Töne oder auch mit Unterdrückung des einen (höheren) durch den anderen (tieferen) in der Wahrnehmung, was Alles wol auseinandergehalten werden muss. So sagt z. B. Kessel: „Sind die Töne (zweier vor Ein Ohr gebrachter Stimmgabeln) von gleicher Intensität und stehen sie im harmonischen Verhältnis, so verschmelzen sie zu einem harmonischen Ganzen, sodass man sich der Resonatoren bedienen muss, um die einzelnen Bestandteile des Klanges besonders herauszuhören. Dies trifft aber nur dann zu, wenn die Töne des Klanges innerhalb der Grenze zweier Octaven gewählt werden.“ (Auch dann ist es zuviel gesagt!) „Liegen die Töne in der Scala weiter voneinander ab, so rufen sie wol bei ihrem Zusammenklang einen harmonischen Eindruck hervor, aber die Obertöne werden auch ohne Resonator herausgehört. Dieses Trennungsvermögen gewinnt an Sicherheit, je weiter die Töne der Scala voneinander abliegen, so dass eine Verschmelzung von Tönen der unteren und der oberen Hörgrenze zu Einem Eindruck gar nicht mehr stattfindet; sie werden gesondert wahrgenommen, auch wenn sie von verschiedener Stärke sind.“

---

[1]) Tastsinn und Gemeingefühl. Wagner's Hdw. III, 2. S. 556.

[2]) „Bringen wir z. B. ein kälteres Glied mit einem wärmeren in Berührung, so empfinden wir nicht die mittlere Temperatur, sondern unter manchen Umständen Kälte, unter anderen Wärme, und bisweilen abwechselnd Kälte und Wärme“ (a. a. O.).

[3]) Pogg. Ann. 157 (1876) S. 177 f. bes. 191, 192.

§ 20. Über die Ursache der Tonverschmelzung.

Wir haben den Zusammenhang zwischen den Graden der Tonverschmelzung und den Verhältnissen der Schwingungszahlen zunächst als einen rein empirischen, als ein tatsächliches Zusammentreffen hingestellt, ohne uns sogleich darum zu bekümmern, ob und wie er weiter erklärt werden könnte. Natürlich ist nicht daran zu denken, dass hier eine ganz unmittelbare Causalverbindung vorläge. Am allerwenigsten daran, dass Schwingungszahlen oder ihre Verhältnisse empfunden würden (den Inhalt der Empfindungen bildeten) und dass die Verschmelzungsgrade nichts Anderes wären als die grössere oder geringere Einfachheit dieser empfundenen Verhältnisse selbst. Redewendungen dieser Art können heute nur noch im unklaren Gewässer populärer Schriften gedeihen. Wir wissen, dass Schwingungen und ihre Zahlenverhältnisse lediglich als Ursachen der Empfindungen in Betracht kommen, ohne eine Verwandtschaft mit diesen beanspruchen zu können; und nicht einmal als directe Ursachen, sondern nur als entferntere. Dazwischen liegen nervöse Vorgänge.

Wahrscheinlich hat nun jeder Leser des vorigen Paragraphen sich bereits irgend eine psychologische Erklärung ausgedacht. Wir wollen im Folgenden zeigen, dass nicht leicht eine genügende Erklärung ausfindig zu machen ist, dass zumal die Berufung auf psychologische Gesetze aller Art fruchtlos bleibt. Nur eine physische Veranstaltung im Centralorgan kann den unmittelbaren Grund der Verschmelzung enthalten. Von der Beschaffenheit dieser Veranstaltung können wir uns aber einstweilen keine Vorstellung bilden und nur auf ihre Entstehungsgeschichte vielleicht ein gewisses ungewisses Dämmerlicht vom Standpunct der Entwickelungslehre zu werfen versuchen. Diese Erörterungen, wesentlich negativ wie sie sind, würden wir darum auch viel kürzer abmachen, wenn sie nicht zugleich Gelegenheit gäben, den Begriff der Verschmelzung selbst gegenüber naheliegenden Misverständnissen noch deutlicher in's Bewusstsein zu heben.

Soviel ich sehe, können fünf Erklärungsgründe psychologischer Art in Betracht kommen: Allgemeine Gesetze über Wechselwirkung der Vorstellungen, wie solche von HERBART entwickelt wurden; die Ähnlichkeit der bezüglichen Empfindungen; die Mischung der begleitenden Gefühle; der Glättegrad der Empfindungen (relative Mangel an Schwebungen); die Häufigkeit ihres Zusammenseins im Bewusstsein.

1. HERBART's Verschmelzungstheorie.

Die Unzulänglichkeit der HERBART'schen Grundsätze über Wechselwirkung der Vorstellungen und speciell über ihre „Verschmelzung" ist unter unbefangenen Psychologen allgemein anerkannt und zum Teil auch von der Schule zugegeben. Aber da gerade HERBART's Verschmelzungsbegriff einige Berührungspuncte mit dem hier vertretenen bietet und zugleich von ihm auf das Tongebiet vorzüglich angewandt wurde, ist es um so wichtiger, auch die Kluft hervorzuheben, die beide Begriffe trennt und uns verbietet, die von HERBART gegebene Erklärung zu der unsrigen zu machen.

Die einfachen Vorstellungen sind nach HERBART teils heterogen, wie Farben und Töne, teils homogen, wie Töne unter sich. Erstere rechnet er zu verschiedenen, letztere zu Einem „Continuum". Die Verbindung der heterogenen nennt er Complication (sie soll uns nicht weiter beschäftigen), die der homogenen Verschmelzung [1]). Genauer gesagt verschmelzen aber die Empfindungen Eines Sinnes nicht ganz, sondern nur teilweise mit einander. Man kann sie in Gedanken zerlegen in gleiche und entgegengesetzte Bestandteile. Soweit sie entgegengesetzt sind, hemmen sie sich; soweit sie gleich sind, verschmelzen sie. Je geringer die Hemmung, um so grösser die Verschmelzung. Diese ist aber nicht so zu denken, als ob aus beiden Empfindungen dem Inhalt nach eine neue dritte entstände, worin nur das Gleiche von Beiden enthalten wäre. Vielmehr bleiben sie, was sie sind, und trifft jene Wechselwirkung nur die Innigkeit ihrer Verbindung im Bewusstsein und demzufolge

[1]) Psychol. als Wissensch. I 197 f. 222 f.; II 297 f.

auch ihre Unterscheidbarkeit[1]). Die Zerlegung der Qualitäten in der Theorie hat nur den Zweck, ein Mass für die Innigkeit ihrer Verbindung zu gewinnen.

Warum müssen aber überhaupt Vorstellungen verschmelzen? Die Nötigung dazu ist in der einfachen Natur der Seele begründet. „Darum weil die Vorstellungen alle in Einem Vorstellenden als Tätigkeiten (Selbsterhaltungen) desselben beisammen sind, müssen sie Ein intensives Tun ausmachen, sofern sie nicht entgegengesetzt und nicht gehemmt sind".

Herbart bemüht sich auch, den Process der Verschmelzung näher zu beschreiben. „Da nun das Gleichartige gewiss und sogleich verschmelzen sollte, da es aber nicht losgerissen von dem Entgegengesetzten für sich allein verschmelzen kann, da es vielmehr das letztere in seine Verschmelzung mit hineinziehen muss — so wird der wirklichen Vereinigung ein Kampf vorangehen, dessen Entscheidung bestimmt, wie innig die wirkliche Vereinigung sein werde." Die Verschmelzung kann (bei endlicher Grösse des Gegensatzes) „nur allmälig zu Stande kommen, in dem Masse nämlich als die Gegensätze dem Streben zur Vereinigung allmälig nachgeben".

Gerade bei Tönen hat nun Herbart die Lehre concret durchgeführt[2]). Jeder Ton wird, lehrt er, dem Grundton um so unähnlicher, je weiter er von ihm abliegt, bis zur Octave. Diese selbst ist dem Grundton total unähnlich, steht zu ihm im vollen Gegensatz. Theoretisch lässt sich dies dadurch ausdrücken, dass man sich in jedem der zwischenliegenden Töne dem Grundton gleiche und ihm entgegengesetzte Elemente vor-

---

[1]) Letzteres besonders von V. v. Volkmann betont, Grundriss der Psychol. 109.

[2]) Hauptpuncte der Metaphysik (1808) § 13; in Herbart's Werken, herausg. von Hartenstein, III 45. Psychologische Bemerkungen zur Tonlehre (1811); Werke VII 1. Psychol. Untersuch. (1839); Werke VII 183. In der ersten Schrift, lange vor der „Psychologie", sind die Grundzüge der allgemeinen Vorstellungslehre bereits gegeben. Von diesen aus ist Herbart zur Anwendung auf die Tonlehre geschritten, nicht etwa durch die Tonlehre selbst auf sie geführt worden. Vgl. Zimmermann in der unten zu erwähnenden Abhandlung.

handen denkt, obschon dies nur eine Fiction ist. Der Gegensatz des *g* zum *c* beispielsweise ist durch die 7 (temperirten) Halbstufen zu messen, um welche sie von einander abstehen, die Gleichheit durch die 5, um welche *g* von der höheren Octave absteht[1]). Dies stimmt nun nahezu mit einem apriori aufgestellten und berechneten Fall, wo nämlich die Gegensätze sich zur Gleichheit verhalten wie $\sqrt{2}$ (d. i. wie 1,414 . . .) zu 1. Ebenso bringt HERBART die übrigen Hauptintervalle in Beziehung zu den apriori ausgerechneten Hauptfällen der Verschmelzung. Solche Übereinstimmung zeigt sich allerdings weniger gegenüber den reinen als gegenüber den temperirten Intervallen. Aber diese entsprechen nach HERBART auch besser dem musikalischen Gehör.

Ausser den in der Natur der Inhalte gelegenen Momenten lässt übrigens HERBART auch zufällige Momente den Verschmelzungsgrad mitbestimmen[2]).

In den besonderen Bestimmungen über Tonverhältnisse ist nun geradezu Alles tatsächlich falsch. Die temperirte Leiter ist nicht die Leiter des musikalischen Gehörs; sie ist ein künstliches Compromiss, wenn auch zu Gunsten musikalischer Zwecke. Ferner ist die Messung des Abstandes durch die Zahl der Halbstufen ein falsches Princip. Sodann bildet die Octave, als einfacher Ton betrachtet, durchaus keinen Gegensatz zum Grundton. Als Klang betrachtet ist sie ihm sogar ähnlicher als jeder andere. Ein voller Gegensatz existirt hier nur zwischen HERBART und den Tatsachen. Auch die Consequenzen stimmen nicht: die Octave müsste am wenigsten verschmelzen, die Secunde am meisten. Das Gegenteil ist richtig. Wie wenig HERBART hier sich von der Beobachtung hat leiten lassen, zeigt die ausdrückliche Berufung darauf, dass die Octave „zwei sehr leicht zu unterscheidende Töne hören lasse“. Übrigens liegt sogar ein innerer Widerspruch in HERBART's Annahme über die Octave. Wenn alle

---

[1]) Von der genaueren Berechnung mit Hilfe der Logarithmen der Verhältniszahlen können wir hier absehen.

[2]) Psych. als Wissensch. I 222.

Ähnlichkeitsgrade innerhalb der Octave erschöpft sind, welches Verhältnis besteht denn zwischen Tönen, die mehr als eine Octave von einander abstehen? HERBART kann nur annehmen, dass sich dieselben Ähnlichkeitsverhältnisse wiederholen, dass also *c* dem *cis* ebenso ähnlich sei als dem cis^1, cis^2 u. s. f. Aber wenn *c* ebenso ähnlich dem *cis* wie dem cis^1, wie können dann *cis* und cis^1 unter sich total entgegengesetzt, absolut unähnlich sein?

Bei der bekannten musikalischen Begabung HERBART's ist eine solche, man möchte sagen feindliche, Stellung gegen die Wirklichkeit doppelt wunderlich und nur aus der abnormen Constructionssucht begreiflich, mit welcher er der Zeit seinen Tribut zahlte. Man kann ihn darum nicht zu Denen rechnen, welche die Verschmelzung im Tongebiete beobachtet haben, ebensowenig als man von einem Astronomen sagen kann, er habe einen Kometen entdeckt, wenn dieser zur angegebenen Zeit auf einer ganz anderen Seite des Himmels stand als da, wo er ihn gesehen haben wollte. Fragt man aber, welcher Umstand wol HERBART zu seiner Behauptung über die Gegensätzlichkeit der Octave Anlass gegeben haben könnte, so wüsste ich keinen anderen, als dass die Octaventöne eben die entgegengesetzten Enden der — Octave bilden.

Bei HERBART's Schülern finden wir die gleichen Verkehrtheiten. VOLKMANN, Grundr. d. Psych. 110: „Grundton und Secunde unterscheiden wir im gleichzeitigen Vorstellen nicht mehr ... Auch die kleine Terz unterscheidet das ungebildete Ohr kaum". (Über die späteren Auflagen des Werkes s. u.) DRBAL, Empir. Psych. § 50: „Man versuche nur ... den Ton *c* mit dem Tone *h* derselben Octave im Bewusstsein zu vereinigen, so wird dies ... unmöglich gelingen ... Dagegen wird die Vereinigung von *c* und *cis* ohne merkliches Widerstreben vor sich gehen".

ZIMMERMANN sucht[1]) die Behauptung, dass die Octave dem Grundton völlig entgegengesetzt sei, mit der HELMHOLTZ'schen, wonach vielmehr die grösste Ähnlichkeit besteht, durch einen dialekti-

[1]) Über den Einfluss der Tonlehre auf HERBART's Philosophie. Sitz.-Ber. d. Wiener Akad. Phil. Cl. 1873. S. 57.

schen Kunstgriff zu vereinigen. Das Klangverhältnis nämlich, worauf diese Ähnlichkeit beruhe, bedinge Abwesenheit aller Schwebungen, d. h. aller Nötigung zum Einswerden, und dies wieder treffe zu bei durchaus — entgegengesetzten Vorstellungen. Allein wenn die Abwesenheit von Schwebungen durchaus entgegengesetzte Vorstellungen anzeigt, dann sind nicht blos Octave und Grundton, sondern eine zahllose Menge von einfachen Tönen einander durchaus entgegengesetzt; der einfache Grundton schwebt in mittlerer Lage auch nicht mit der einfachen Septime, weder der grossen noch kleinen, nicht mit der kleinen und grossen Sext, nicht mit der Quinte, nicht mit der None, überhaupt nicht mit allen einfachen Tönen, die nicht in seiner nächsten Umgebung liegen, mag das Zahlenverhältnis sein, welches es will. Damit fällt dann doch das ganze Herbart'sche Tonsystem, welches Zimmermann retten wollte. Aber auch der Herbart'schen Psychologie ist mit der Ausflucht schlecht gedient. Denn die Schwebungen können doch nicht wol Das sein, was Herbart mit dem Streit der verschmelzenden Vorstellungen untereinander meinte. Sie sollen ja nach Zimmermann's Deutung nicht etwa Ursache des Streites, sondern eben der Streit selbst als psychologische Erscheinung sein. Dann müssten sich aber zwischen allen Vorstellungen desselben Sinnes, zwischen allen ähnlichen Vorstellungen Schwebungen zeigen. (Im Übrigen s. über Schwebungen und Verschmelzung unter 4.)

Aber auch wenn man statt dieser Irrtümer Herbart's correctere Daten in die Rechnung einsetzt, führen uns seine allgemeinen Grundsätze hier nicht weiter. Fragen wir nur: Warum tritt gerade bei dem Schwingungsverhältnis 1:2 jener ausgezeichnete Punct ein, den Herbart als vollen Gegensatz, Andere anders definiren? Warum kommt ein solcher Punct mehrmals, immer mit Verdoppelung der Schwingungszahl, zum Vorschein, und zwar allem Anschein nach auch bei einfachen Tönen? Auch Zimmermann gibt zu (S. 46), dass Herbart diese Frage ungelöst liess. Das wäre aber noch nicht so schlimm: er hat sie, soviel ich sehe, nicht einmal aufgeworfen. Und doch liegt gerade hier der springende Punct. Wüssten wir erst einmal, wie es kommt, dass die Octaven am stärksten verschmelzen,

so würden wir auch begreifen, warum die Quinten weniger verschmelzen u. s. w.

Überdies ist schon aus allgemeineren Gründen der ganze Verschmelzungsapparat HERBART's für uns unbrauchbar. HERBART hat zwar im Allgemeinen richtig bemerkt, dass gewisse Vorstellungen enger, andere lockerer zusammenhängen. Aber was seinen Begriff von Verschmelzung sogleich wieder von dem unsrigen trennt, ist die Auffassung derselben als eines Vorganges zwischen den Vorstellungsacten, während wir ein Verhältnis zwischen den Inhalten darunter verstehen. Eine Wechselwirkung und ein Geschehen zwischen den Inhalten gibt es aber (auch nach HERBART) nicht. Schon dadurch wird seine ganze Construction für uns unbrauchbar.

Angesichts seiner Schilderung des Kampfes zwischen den Vorstellungen möchte man mit der vierten Idee seiner Sittenlehre ausrufen: „Streit misfällt!“ Hier misfällt er besonders dadurch, dass er nur im Buche steht, und würde überaus wolgefallen, wenn er irgendwo und irgendwie beobachtet werden könnte. Der ganze Vorgang ist, wie so mancher in HERBART's Seelenmechanik, ein aus physikalischen Erinnerungen gewobenes Luftgebilde. Kein Psychologe hat mehr gegen die Mythologie in seiner Wissenschaft geeifert und keiner sie so ausgiebig betrieben. Erscheinen die Vorstellungen nicht wie Passagiere, die, in eine Postkutsche zusammengepackt, sich gegenseitig drücken, stossen und gelegentlich hinauswerfen? [1])

---

[1]) Nur solchen Anthropomorphismen verdankt ja auch HERBART's Ableitung des Gefühls aus blossen Vorstellungen ihr scheinbares Recht: ein Gefühl soll entstehen, indem eine Vorstellung, statt frei im Bewusstsein zu schweben, zwischen zwei anderen festgeklemmt ist. Das tut weh, wenn man Fleisch und Blut hat; ob auch, wenn man eine Vorstellung ist? Von anderen Bedenken ganz zu schweigen.

Dass die deutsche Psychologie noch immer an diesen Hypostasirungen (COMTE's metaphysischem oder gar theologischem Stadium) leidet, sieht man z. B. an LIPPS' sonst so verdienstvollen und scharfsinnigen Ausführungen. Man vergleiche gerade seine Verschmelzungstheorie, Grundtats. 473, wo aus der Begrenztheit der seelischen Kraft das Gegeneinanderdrängen aller Vorstellungen gegen alle, daraus dann die Verschmelzung

Wenn ferner HERBART die Scheidung gleicher und entgegengesetzter Bestandteile in zwei einfachen Vorstellungen, woraus er ein Mass für die Verschmelzung ableiten will, mit Recht als eine blosse Fiction auffasst, muss dann nicht auch der ganze Process, den er so anschaulich beschreibt, eine blosse Fiction sein? Wol lässt HERBART nicht die Inhalte, sondern die Vorstellungsacte gegeneinander kämpfen. Aber sie kämpfen, sofern sie teilweise entgegengesetzt sind, und verschmelzen zuletzt, so-

---

abgeleitet und geschlossen wird: „Je mehr also ähnliche Vorstellungen unter diesem Drange leiden, um so eher werden sie sich zur Verschmelzung entschliessen". Dass eine Vorstellung unter einem Drange leiden und sich zu etwas entschliessen könne, scheint mir doch selbst als blosses Bild zu kühn, und es wird mir nicht ganz leicht, die darunter verborgenen Grundtatsachen zu erkennen.

Bei anderen Schriftstellern wird denn auch, was hier mehr Blüte des Ausdrucks ist, geradewegs zum blühenden Unsinn. Man lese mit Bedacht folgende Beschreibung aus einem „Abriss der philosophischen Grundwissenschaften" II (1888) 33:

„Eine Naturerscheinung, die eine gewisse Verwandtschaft zu etwelchen vertrauten Erlebnissen des praktischen Lebens zeigt, reizt die hier entwickelten Vorstellungsketten. Und indem sie mit diesem inneren Besitze verschmilzt, wird sie dadurch aus dem weiteren Wahrnehmungshorizonte herausgelöst. So tritt sie durch die innere Verbindung in helle Beleuchtung. Dennoch kann sie mit der praktischen Vorstellung nicht ohne Reibung verschmelzen, weil die fremdartige Legirung, die sie hinzubringt, eine heftige Erschütterung der Seele zur Folge hat. Da also die Aneignung des Objects nur stockend und mühsam und unter mancherlei Hemmungen sich vollzieht, wird der Act der Erzeugung neben dem Producte etwie schon fühlbar. Hier liegt der Keim des specifisch menschlichen Bewusstseins." (Weiterhin ist von der Sprache die Rede.)

Der gelehrte A. W. AMBROS unterscheidet einmal, wie einen einfachen und doppelten Contrapunct, so auch einen einfachen und doppelten Galimathias. Der einfache ist der, bei welchem sich der Autor etwas denkt und nur der Leser nichts Bestimmtes denken kann, der doppelte der, bei welchem sich alle Beide nichts Bestimmtes denken. Es ist stark zu vermuten, dass wir in der obigen Auseinandersetzung den ausgezeichneten Fall eines doppelten Galimathias vor uns haben. Man wird auch nicht aus dem Zusammenhang etwie klüger werden über all' diese Reizung, Verschmelzung, Herauslösung, Beleuchtung, Reibung, Legirung, Erschütterung, Aneignung, Stockung, Hemmung, Erzeugung — da eben der Zusammenhang von gleicher contrapunctischer Beschaffenheit ist.

fern sie teilweise gleich sind, und sie sind dies, weil ihre Inhalte es sind. Ist also die Unterscheidung bei den Inhalten nur fictiv, so folgt notwendig das Nämliche für die Vorstellungsacte, und wie kann dann ein wirklicher Kampf, eine wirkliche Vereinigung zwischen blos fingirten Teilen der Vorstellungsacte stattfinden? Verstehe es, wer kann! [1])

Wenn endlich HERBART die Einfachheit der Seele als allgemeinsten Grund der Verschmelzung betrachtet, so leuchtet ja soviel ein, dass Verschmelzung nicht stattfinden kann, wenn die zwei Empfindungen verschiedenen Seelen angehören. Aber es leuchtet nicht ein, dass sie verschmelzen müssen, wenn sie einer und derselben Seele angehören. Und wenn es wirklich der Fall sein muss, so leuchtet wieder nicht ein, warum denn blos das Gleiche und nicht auch das Entgegengesetzte und Disparate verschmelzen muss [2]). Eine Sonne scheint über Gerechte und Ungerechte, Eine Seele umfasst Gleiches und Ungleiches. Was immer zugleich in der Seele vorhanden ist, müsste ununter-

---

[1]) Eine seltsame Unterscheidung macht HERBART noch zwischen Verschmelzung vor der Hemmung und nach der Hemmung. Beides sei eigentlich Verschmelzung während der Hemmung, aber die Unterscheidung befördere die Fasslichkeit (Psych. I 222) — was ich nicht finden kann. Das Harmonische in Tönen und Farben soll auf der Verschmelzung vor der Hemmung, oder dem Streben dahin, beruhen (vgl. auch Lehrb. z. Einleit. in die Philos. § 87).

[2]) VOLKMANN lässt denn auch das Entgegengesetzte verschmelzen. In welche Not aber nun dieser geschätzte Psychologe gerät und durch welche Windungen er den dräuenden Widersprüchen zu entgehen sucht („denn das Vorstellen entgegengesetzter Vorstellungen vermögen wir uns nicht anders denn als entgegengesetzt zu denken“) — das muss man in seiner Psych. [3] I 341 nachlesen. Eine „Paralyse“ des Vorstellens erscheint ihm als das erlösende Wort, während man einem wirklichen Widerspruch — und als solcher wird er in überzeugender Weise dargelegt — doch nur durch eine Paralyse des Denkens gerecht werden kann.

VOLKMANN hat das Verschmelzen des Entgegengesetzten consequenter Weise auch als einen Einwand gegen die HERBART'sche Tonlehre geltend gemacht, neben vier anderen, die sich zum Teil mit den unsrigen berühren. Psych. [3] II, 336 f. Der Herausgeber CORNELIUS sucht freilich diese betrübende Emancipation von der reinen Lehre wieder durch Gegenbemerkungen unter dem Stern unschädlich zu machen.

scheidbar sein und bleiben. Es könnte dann auch nicht verschiedene Verschmelzungsgrade geben; denn die Seele ist nicht einfacher für die einen Vorstellungen als für die anderen. Die Erklärung aus der Einfachheit der Seele und die aus den besonderen Inhalten machen sich also nicht blos gegenseitig überflüssig, sondern widersprechen sich auch in ihren Ergebnissen.

2. Ist Ähnlichkeit Ursache der Verschmelzung?

Wenn man von der eben besprochenen Lehre alles specifisch HERBART'sche abstreift, bleibt doch noch ein Gedanke übrig, der Untersuchung verdient: vielleicht ist wirklich eine abgestufte Ähnlichkeit Grund der abgestuften Verschmelzung, wenn auch nicht wegen irgendwelcher Wechselwirkung der Vorstellungen, sondern einfach darum weil zwei gleichzeitige Inhalte um so weniger leicht analysirt werden, je ähnlicher sie sind.

Eine Bestätigung dafür könnte man dem Umstand entnehmen, dass auch Empfindungen verschiedener Sinne verschmelzen (o. 65), und um so stärker, je ähnlicher sie sind; besonders z. B. Gerüche und Geschmäcke, die ihrer Qualität nach einander nahe stehen.

Zwingend ist letztere Überlegung indessen nicht, da die Ähnlichkeit und die Verschmelzung, soweit sie wirklich parallel gehen, auch von einem gemeinsamen dritten Umstand abhängig sein können.

Der Erklärung selbst würde ich schon darum nicht beitreten können, weil ich unter dem Verschmelzungsgrad nicht die Leichtigkeit oder Schwierigkeit der Analyse, sondern ein Empfindungsverhältnis verstehe, das auch dann bleibt, wenn die Analyse vollzogen ist. Doch abgesehen hievon: es lässt sich zeigen, dass die Ursache für die Schwierigkeit der Analyse, auf welche wir im vorigen Paragraphen als etwas Tatsächliches gestossen sind, weder in dem Ähnlichkeitsgrad bestehen noch durch ihn in irgend einer Weise bedingt sein kann.

Wir müssen eine doppelte Ähnlichkeit unterscheiden: die des Zusammengesetzten und die des Einfachen (I 111 f.). Die erstere ist bei Klängen verschiedener Höhe gegeben durch die

etwa gemeinsamen Obertöne. Bei einfachen Tönen besteht natürlich nur die letztere.

a) Betrachten wir zuerst die Ähnlichkeit des Zusammengesetzten. Die Octave ist im Allgemeinen am stärksten als Oberton in einem musikalischen Klang enthalten, hat auch, selbständig in gleicher Klangfarbe angegeben, keine anderen Obertöne als der Grundklang selbst. Sie ist also diesem von allen Klängen durch die Obertöne am ähnlichsten. Quinten-Klänge haben einen schon etwas höher liegenden und schwächeren ersten gemeinsamen Oberton. Noch schwächer ist das Gemeinsame der Terzen u. s. f. Es decken sich also in der Tat die Abstufungen dieser Ähnlichkeit mit denen der Unterscheidbarkeit. Man könnte auch, in Bildern redend, hinzufügen: die gemeinsamen Obertöne sind gewissermassen der Leim für die Grundtöne, sie bringen dieselben, ohne ihre Höhe zu ändern, im Bewusstsein einander näher, lassen sie nicht mehr zusammenhanglos erscheinen. Und das wäre dann die Verschmelzung.

Aber Bilder aus dem Tischlerhandwerk beweisen ebensowenig wie Bilder aus dem Gefühls- oder Naturleben. Und ein einfacher Versuch entzieht allen Deductionen den Boden. Wenn der Umstand, dass *c* bereits in *C* enthalten ist, den Grund ihrer Verschmelzung bei selbständigem Erklingen bildet, so nehmen wir zwei beliebige andere Töne, *g* und *a*, geben auf einem Instrumente *g* nebst schwächerem *a*, und gleichzeitig auf einem anderen Instrument *a* mit voller Stärke: dann haben wir ja dieselben Bedingungen der Verschmelzung hergestellt. Der *g*-Klang, welcher als Beiton *a* enthält, müsste mit dem *a*-Klang, welcher selbständig dazu angegeben wird, dieselbe Verschmelzung zeigen wie *C* mit *c*. Keine Spur davon!

Oder wir nehmen *g* auf dem einen Instrument, *a* oder einen beliebigen anderen Ton auf dem zweiten, und fügen zu jedem von ihnen einen und denselben dritten, übrigens beliebigen, Ton in bestimmter geringerer Stärke auf dem bezüglichen Instrument hinzu: dann hätten wir die Bedingungen für den Verschmelzungsgrad der Quinte, Terz u. s. f. (je nach der Stärke des Beitons) bei ganz beliebigen zwei Tönen.

Übrigens hat sich ja auch in den Versuchen des vorigen Paragraphen kein Einfluss der Obertöne gezeigt (S. 150), und haben wir bereits das allgemeine Gesetz hervorgehoben, dass die Verschmelzung zweier Töne nicht von einem dritten Ton abhängig ist. Auch einfache Töne verschmelzen. Die Octave, schwach angegeben durch zwei auf Resonanzkästen stehende Gabeln, wobei Obertöne so gut wie ganz ausgeschlossen sind, macht einen um nichts weniger einheitlichen Eindruck, als wenn sie durch zwei Trompeten geblasen wird. Und selbst wenn Einer sich darauf steifen wollte, dass absolut einfache Töne nicht herzustellen seien, würde dies schon darum nichts nützen, weil die Verschmelzung doch eben mit der Annäherung an die Einfachheit abnehmen und bei nahezu erreichter Einfachheit auch nahezu null sein müsste.

Man kann auch nicht sagen, bei einfachen Tönen sei es die Gewohnheit oder die Erinnerung an die zusammengesetzten, welche uns Verschmelzung vortäusche oder sie vielleicht sogar wirklich herbeiführe. Das Letztere ist vor Allem unmöglich. Wenn die Kraft, welche allein Verschmelzung bewirkt, wegfällt, wird der Effect ebensowenig eintreten, als die Locomotive aus Gewohnheit läuft, wenn sie einmal nicht geheizt ist, oder als (um ein Beispiel aus den Sinnen selbst zu nehmen) dem Kurzsichtigen, der sich eine Brille anschafft, nun etwa gewohnheitsmässig immer noch alle Umrisse ineinanderlaufen. Aber auch auf blosser Täuschung durch Gewohnheit oder Erinnerung kann die Verschmelzung (bez. das Verschmelzungsurteil) bei einfachen Tönen nicht beruhen. Ein in sinnlicher Beobachtung Geübter würde durch den neuen Effect gegenüber dem gewohnten eher überrascht werden. Der Mangel an Verschmelzung würde ihm durch den Gegensatz erst recht zum Bewusstsein kommen. Man findet wol, dass ein Gefühl, wenn nicht andere Kräfte entgegenwirken, an einen Gegenstand geknüpft bleibt, nachdem derselbe die Eigenschaft, durch die er zuerst das Gefühl erregte, verloren hat. Aber das Urteil unterliegt einem solchen Vorgang nicht, ausser bei grosser Unaufmerksamkeit. Im Allgemeinen bemerkt man doch leicht, dass die Eigenschaft, die man zu

finden gewohnt war, nicht mehr vorhanden ist; ja der Wechsel selbst erregt die Aufmerksamkeit. Auch der Wille, welcher Urteilsgewohnheiten entgegenwirkt (willkürliche Aufmerksamkeit), hat auf die wahrgenommene Verschmelzung einfacher Töne keinen Einfluss. Man mag noch so oft und scharf hinhören, die Töne der Octave treten nicht besser auseinander.

b) Wenn nun also die Verschmelzung schon darum aus der Ähnlichkeit des Zusammengesetzten nicht ableitbar ist, weil einfache Töne ebenfalls verschmelzen: gelingt es vielleicht mit der Ähnlichkeit des Einfachen?

Nach der Anschauung, die wir stets festhielten, ist die Octave als einfacher Ton dem Grundton nicht hervorragend ähnlich. Sie ist ihm ähnlicher als die in der Tonreihe weiter abliegenden, aber unähnlicher als die dazwischen liegenden Töne. Es müsste also, wenn solche Ähnlichkeit Grund der Verschmelzung wäre, die Septime stärker verschmelzen und schwieriger analysirbar sein als die Octave, in noch höherem Grade aber der Tritonus und am allermeisten die Secunden; was Alles den Tatsachen widerspricht.

Man müsste also höchstens versuchen, an jener Anschauung selbst zu rütteln. Ist nicht doch die Octave, auch als einfacher Ton, dem Grundton in besonderem Masse ähnlich zu nennen? Für die Quinte müsste man dann den nächsthohen Grad der Ähnlichkeit beanspruchen u. s. f.

Vielleicht wird man dafür als Zeugnis anführen, dass die Octave uns als eine Art Wiederholung des Grundtons auch bei einfachen Tönen erscheint und leicht mit dem Grundton verwechselt wird, ja dass auch Quintentöne zuweilen verwechselt werden (z. B. wenn ein Unmusikalischer einen Ton nachsingen soll).

Indes werden sich uns diese Erscheinungen neben vielen anderen im Fortschritt des Werkes eben aus der Verschmelzung selbst erklären. Nicht diese ist Folge der Ähnlichkeit, sondern der Schein der Ähnlichkeit ist Folge der Verschmelzung.

Den Eindruck, welchen die Tonqualitäten abgesehen von jeder musikalischen Erfahrung machen, kann man sich einigermassen reproduciren, wenn man auf dem Clavier in möglichster

Raschheit einen chromatischen Lauf ausführt (auch schon ein Glissando über die weissen Tasten genügt) und den Ausgangspunct im Gedächtnis oder auch auf dem Clavier festhält. Nur etwa der Ton, mit welchem man schliesst, wird in diesem Fall, weil er notwendig etwas länger gehalten wird und weil er dem Bewusstsein sich ohnedies besonders aufdrängt, unwillkürlich nach seiner Leiterstellung zum Ausgangston, nach seiner musikalischen Bedeutung aufgefasst. Im Übrigen aber erscheint jeder Ton dieser Reihe als gleichwertig und gleichbedeutend mit jedem anderen, alle erscheinen eben als nur graduell verschiedene Glieder einer Reihe; ganz anders als bei einer Tonleiter, auch anders als bei einem langsamen chromatischen Gang, wo jeder Ton mit seinem eigentümlichen musikalischen Charakter, als Tonica, Dominant, Leitton, erhöhte Dominant u. s. f. im musikalischen Bewusstsein auftritt. Und zwar hat man im obigen Fall den Eindruck einer in gleicher Richtung fortlaufenden Reihe; nicht den einer periodischen Umkehr und einer Wiederkehr vorzugsweise ähnlicher Töne. Die Ähnlichkeit mit dem Ausgangston scheint uns ununterbrochen und gleichmässig abzunehmen. Noch lehrreicher ist der Versuch, wenn man den Ton continuirlich aufsteigen lässt, wie durch entsprechende Bewegung des Fingers auf einer gestrichenen Saite oder durch Verschiebung des Pfropfens einer tönenden gedackten Pfeife. Auch beim Anstreichen der vier leeren Saiten der Violine, oder bei weiter fortgesetzten Quintengängen auf dem Clavier tritt die gleichsinnige qualitative Entfernung vom Ausgangston klar hervor, weil solche Gänge kein Bewusstsein einer bestimmten Tonart, einer Tonica, Dominant u. s. f. aufkommen lassen, oder wenigstens die Anfänge dazu alsbald vernichten.

In dem merkwürdigen Fall, welchen Grant Allen beobachtet und beschrieben hat (o. I 265), afficirte das Intervall einer Octave (in aufeinanderfolgenden Tönen) den Mann nicht anders als irgend ein sonstiges: er konnte keine grössere Ähnlichkeit oder Übereinstimmung (congruity) bemerken zwischen c und c^1 als zwischen c und d^1 oder c und e^1. Die sämmtlichen Unterschiede der Töne, welche auf Zahlenverhältnissen gründen, waren für ihn nicht

vorhanden. Nur die Unterschiede der Tonhöhe nahm er (bei grossen Differenzen der Schwingungszahlen) wahr. Dasselbe wurde von seinem Vater berichtet: „er sei fähig, zwei aneinanderliegende Töne zu unterscheiden, aber nicht fähig, eine besondere Beziehung zwischen einem Ton und seiner Octave zu finden.“ Wenn wir auch aus solchen einzelnen Fällen an nicht ganz normalen Individuen keinen bindenden Schluss ziehen können, dürfen sie doch als Bestätigung betrachtet werden. Sie lehren doch, dass ein „psychologisch und physiologisch wol Unterrichteter“ bei aufeinanderfolgenden Tönen die Octave ganz gut und besser als die Septime, Sext, Quinte, Terz (soweit reichte sein Unterscheidungsvermögen) als vom Grundton verschieden erkennen kann, ohne doch in der Octave eine besondere Ähnlichkeit mit dem Grundton zu finden. Es fehlten ihm eben die musikalischen Erfahrungen, welche allein diesen Eindruck hervorrufen, da für ihn die Musik in Folge der abnorm geringen Unterschiedsempfindlichkeit seiner Ohren von Anfang an völlig interesselos geblieben war, so dass er als ganz musiktaub gelten konnte; was von den gewöhnlichen „Unmusikalischen“ nicht in diesem strengen Sinn gesagt werden darf.

Die Annahme einer hervorragend einfachen Ähnlichkeit der Octaventöne (einer grösseren als sie Sext und Septime besitzen) ist überhaupt widersinnig, so lange man die Eindimensionalität des Tongebietes festhält. *c* soll dem *C* in solch' hervorragender Weise, zum Verwechseln, ähnlich sein. Aber auch *Des* ist dem *C* in solcher Weise ähnlich und zwar von der gleichen Seite her. Dann müssten also auch *c* und *Des* unter sich höchst ähnlich sein. Ja es müsste in der Nähe von *Des* ein Ton existiren, der von der gleichen Seite her genau die gleiche Ähnlichkeit mit *C* besässe wie *c*, der dem *c* selbst also gleich wäre. Aus diesen Widersprüchen könnte nur die Annahme einer Mehrheit von Tondimensionen retten. Nun hat ja wirklich Drobisch, um das fragliche doppelte Ähnlichkeitsverhältnis darzustellen, die Versinnlichung durch eine Schraubenlinie ausgedacht, auf welcher die Tonbewegung sich immer mehr vom Ausgangston entfernt und dennoch in höherer Lage zu ihm gewissermassen zurückkehrt. Die Octaven liegen senk-

recht über einander und fallen, von oben betrachtet oder auf eine Ebene projicirt, alle zusammen. Aber die psychologische Interpretation, der reale Sinn dieser sinnreichen Darstellung scheint eben nur dadurch zu finden, dass man neben der Ähnlichkeit der einfachen Töne in sich die durch Obertöne entstehende oder ein sonstiges Verhältnis der Töne mitberücksichtigt. Es ist seltsam, dass man diese Consequenz nicht schon früher beachtete. Denn die Lehre von der Ähnlichkeit der Octave, auch selbst der Quinte, mit dem Grundton ist eine alte[1]), die Erklärung derselben aus den Obertönen stammt aber meines Wissens erst von HELMHOLTZ (419). Und doch liegt in der früheren Auffassung ein offener Widerspruch.

Der Scharfsinn BRENTANO's hat einen Weg erdacht, um dem doppelten Ähnlichkeitsverhältnis doch auch bei einfachen Tönen gerecht zu werden. Ich weiss allerdings nicht, ob er die im Folgenden beschriebene Anschauung als die wahre oder nur als eine hypothetisch-denkbare betrachtet, nicht einmal, ob sie sich genau mit derjenigen deckt, die er im Sinne hat. Jedenfalls möchte ich nicht versäumen, sie in Erwägung zu ziehen.

Neben der Qualität einer Tonempfindung und ihrer Stärke haben wir hienach ein drittes Moment zu unterscheiden, welches als Helligkeit bezeichnet werden kann, analog der Helligkeit einer Farbe. Eine Tonveränderung, die wir gewöhnlich Änderung der „Tonhöhe“ nennen, besteht entweder in einer blossen Veränderung der Helligkeit oder in einer Qualitäts- und Helligkeitsänderung zugleich. Und zwar besitzen die musikalisch gleichnamigen Töne (C, c, c^1 . .) die gleiche Qualität und nur verschiedene (zunehmende) Helligkeit; dagegen die ungleich-

---

[1]) Vgl. ARISTOTELES Probl. 919, b, 17. 921, b, 17. RAMEAU hat die Ähnlichkeit der Octaven als eine Grundtatsache hingestellt (Démonstration du principe de l'harmonie p. 16. D'ALEMBERT's Systemat. Einleitung in die musikal. Setzkunst nach den Lehrsätzen des Hrn. RAMEAU, übersetzt von MARPURG, S. 12). Noch 1858 spricht C. E. NAUMANN (Über die verschiedenen Bestimmungen der Tonverhältnisse S. 4) von dem „Erklingen zweier einander ähnlicher, obgleich an Höhe sehr verschiedener Töne“; ohne zu bemerken, welche Sonderbarkeit darin liegt.

namigen (*c*, *d*, *e*) verschiedene Qualität und zugleich verschiedene (zunehmende) Helligkeit. Die Octave ist also nichts Anderes als das Wiederauftreten der genau gleichen Qualität, nicht blos einer ähnlichen. Dass sie nicht in jedem Sinn als derselbe Ton erscheint, bewirkt nur ihr Helligkeitsunterschied.

Diese Anschauung würde eine grosse Umwälzung in der Theorie der Tonempfindungen, der Empfindungen überhaupt bedeuten. Was die Verschmelzung betrifft, so erklärt sie sich, wenigstens die der Octave, für den ersten Anschein daraus mit Leichtigkeit. Denn nun wird das allgemeine Princip, wonach zwei gleichzeitige Eindrücke, je ähnlicher sie sind, um so weniger leicht auseinandergehalten werden, auf die Octaventöne auch als einfache Töne anwendbar.

Allein genauer zugesehen müssten wir dann beim gleichzeitigen Erklingen der Octaventöne eine strenge Ton-Einheit hören. Denn zwei qualitativ gleiche Töne in einem und demselben Ohr können wir doch nicht auseinanderhalten. Es ist also zu Viel erklärt.

Aber auch die übrigen Verschmelzungsgrade lassen sich so wenig aus der Theorie herleiten, dass sie ihr vielmehr widersprechen. Zunächst bedarf es hier einer Festsetzung über die Reihenbildung der Qualitäten. Man kann nach den bisher erwähnten Grundzügen der Hypothese noch Dreierlei annehmen:

Entweder bilden die Qualitäten von *c* bis c^1 eine blosse Summe, die sich ihrer Natur nach beliebig anordnen lässt, und ist die sogen. natürliche Tonreihe nur eine Helligkeitsreihe;

Oder die Qualitäten bilden ebenfalls eine Reihe, und dann kann man wieder annehmen, dass dieselbe in gleichbleibender Richtung fortläuft, d. h. dass die Töne innerhalb einer Octave, wie sie auf dem Clavier sich folgen, dem Grundton immer unähnlicher werden;

Oder man kann annehmen, dass die Reihe in sich zurückkehrt gleich einem Kreise, d. h. dass die Ähnlichkeit mit dem Grundton von einem gewissen Punct, etwa *fis* oder *g* (wenn *c* als Grundton gewählt wird), wieder zunimmt. Im letzteren Fall hätten wir die Unterlagen für die Schraubenconstruction: Ver-

bindung der stetig aufsteigenden Helligkeitsgeraden mit dem Qualitätenkreis.

Allein nach der ersten Annahme hätte *c* mit *g* oder *e* nicht grössere Ähnlichkeit als mit irgend einem anderen Ton. Die Verschmelzung also und die Unterscheidbarkeit müsste (wenn die Hypothese überhaupt darauf angewandt werden soll) für alle Intervalle, ausgenommen die Octave, die nämliche sein.

Nach der zweiten Annahme müssten die Terzen, Quinten und Sexten weniger verschmelzen als die Secunden; die Quinten und Sexten auch weniger als der Tritonus.

Nach der dritten Annahme müsste die Quintenverschmelzung ungefähr die geringste von allen sein, höchstens der des Tritonus voranstehend, da ja die Quinte oder der Tritonus in der Kreislinie am weitesten vom Grundton entfernt wäre. *g* mit *c* zusammenklingend müsste also ungefähr ebenso leicht analysirbar sein als *fis* mit *c*. Terzen müssten auch hienach leichter unterscheidbar sein als Secunden, da sie sowol nach Qualität als Helligkeit grössere Verschiedenheiten darböten.

Die Verschmelzungserscheinungen werden also durch diese Anschauungsweise nicht erklärt, widersprechen ihr vielmehr auf allen Puncten.

Die Anschauung ist aber auch abgesehen davon nicht durchführbar; und auch dies will ich in Kürze (eine Reihe anderer Bedenken unterdrückend) zu zeigen suchen, da mit dem Princip der Erklärung auch die Erklärung selbst unmöglich wird.

Von den drei erwähnten Annahmen über die Ordnung der Tonqualitäten nämlich, zwischen denen man sich zu entscheiden hätte, lässt sich keine mit den Tatsachen des Tonbewusstseins vereinigen.
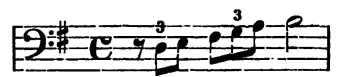
Die erste wird von vornherein kaum vertreten werden, da die Tonqualitäten nach Aussage des unmittelbaren Tonbewusstseins entschieden eine natürliche Reihe bilden (I 140 f.).

Nach der zweiten müsste die Reihe bei einer neuen Octave immer mit einem Sprung von vorne anfangen. Der letzte Ton der vorigen und der erste der neuen Octave wären sich extrem unähnlich. Nun aber, wenn wir die Octave von *c* anfangen,

wäre der Sprung zwischen *h* und c^1. Wenn wir sie von *a* anfangen, wäre er nicht zwischen *h* und c^1; diese wären sich jetzt vielmehr höchst ähnlich. Dieselben zwei Tonqualitäten können aber nicht zwei verschiedene Ähnlichkeitsgrade besitzen. Das soll ja auch gerade durch die Theorie vermieden werden

Die dritte Annahme widerspräche implicite den bereits im I. Band (142) erwähnten unmittelbaren Tonurteilen, wonach von je drei Tönen nur Einer als zwischen den beiden anderen liegend aufgefasst wird; während bei kreisförmiger Anordnung jeder zwischen den beiden anderen liegt. Wir wollen aber den Widerspruch für den gegenwärtigen Zweck noch in folgender Art verdeutlichen.

Wenn wir die Tonart *G*-dur in unserem Bewusstsein zu Grunde legen, was durch eine vorausgeschickte Cadenz in dieser Tonart geschehen kann, und nun die Leiter von *d* bis *h* emporsteigen:



so wird sicherlich Jeder den Eindruck haben, dass wir uns immer weiter von *d* entfernen, und zwar schlechthin in jeder Beziehung, mag man auch Helligkeit und Qualität theoretisch auseinanderhalten. Jeder wird sagen, dass hier einfach und unbedingt *h* von *d* weiter abliegt als *a*. Wenn wir dann weitergehen bis d^1, so wird man diesen Rest der Tonbewegung, den Abstand $h—d^1$ zweifellos für kleiner erklären als das bisherige Stück; *h* also dem d^1 ähnlicher als dem *d*. Es wird hier Keinem in den Sinn kommen, zu sagen: In gewisser Beziehung ist *h* dem d^1 ähnlicher und liegt ihm näher, in anderer Beziehung dem *d*.

Man wendet vielleicht ein: Diese Aussagen stützen sich auf das entwickelte musikalische Bewusstsein, auf Consonanz- und Leiterverhältnisse, auf Reminiscenzen an Melodien u. dgl., nicht auf das s. z. s. nackte Tonbewusstsein. Ich würde dies nicht gelten lassen. Aber abgesehen davon: auf was Anderes stützt sich denn gerade die Lehre von der Identität der Octaven, die ganze

hier besprochene Theorie, als auf das **musikalische** Bewusstsein? Wenn man dieses nicht geltend lässt, so fällt von vornherein jeder Anhaltspunct für eine solche Lehre. Ist doch sogar die gleichnamige Bezeichnung der Octaven erst ein ziemlich spätes Entwickelungsproduct der Musikgeschichte. Man hat zwar, wie bereits erwähnt, zugleich erklingende Octaventöne von jeher einem einzigen Ton aequivalent erachtet, aber man hat sie bei gesondertem Erklingen nicht für gleich erachtet.

In obigem Beispiel haben wir absichtlich den Ausgang nicht von der Tonica genommen. Denken wir uns die kleine Phrase mit denselben Tönen *d e fis* . . . in *D*-dur, sodass also der erste Ton zugleich Tonica ist, so kann schon eher der Eindruck einer Rückwendung entstehen. Noch leichter, wenn wir die Accente anders verteilen, ferner auf dem *h* nicht Halt machen, sondern durch cis^1 nach d^1 weitergehen. Eben dies zeigt aber, dass gerade der Eindruck der Rückwendung nicht in den Verhältnissen der nackten Tonqualitäten gründet, sondern in den besonderen Umständen des musikalischen Zusammenhangs. Wir merken eben in diesen Fällen, dass wir uns der Tonica wieder nähern, einem Ton von gleicher fundamentaler Bedeutung wie der Ausgangston. Dies nur vorläufig. Die positive Erklärung aller der Vorstellungen und Auffassungen, die mit diesem Begriff der Tonica und der Tonleiter zusammenhängen, kann uns, ebenso wie die Erklärung der Aequipollenz der Octaven, erst später beschäftigen.

Wir müssen also dabei bleiben, dass zwischen *c* und c^1 ein Unterschied derselben Gattung stattfindet wie zwischen *c* und *g*, *c* und *a*, *c* und *h*. Wollte man etwa diesen Unterschied selbst als einen der Helligkeit, nicht als einen qualitativen, bezeichnen und letzteren überhaupt leugnen, so wäre dies zunächst eine Frage der Terminologie, weiterhin eine Frage der vergleichenden Sinneslehre. Jedenfalls wäre für unser Problem mit solcher Änderung nichts gewonnen. Oder wollte man sagen, dass *c* und *g* sich sowol durch Helligkeit als durch Qualität unterscheiden, ebenso aber auch *c* und c^1, so würde ich dies in gewissem Sinne sogar unterschreiben: wenn nämlich mit Helligkeit das

quasi-räumliche Moment gemeint sein sollte (vgl. § 28). Aber damit wäre hier wieder nichts gewonnen. —

Sonach lassen sich die Verschmelzungserscheinungen aus den Ähnlichkeitsverhältnissen der Töne nicht herleiten, weder aus der Ähnlichkeit des Zusammengesetzten noch des Einfachen.

3. Sind Gefühle Ursache der Verschmelzung?

Gelingt es nun nicht, aus einem Verhältnis der Empfindungsqualitäten zu einander ihre Verschmelzung abzuleiten, so könnte man weiter versuchen, sie aus Gefühlsmomenten zu erklären; sei es aus den die einzelnen Töne begleitenden Gefühlen, die sich natürlich auch beim Zusammenklingen geltend machen, sei es aus den durch das Zusammenklingen als solches entstehenden Gefühlen; und hier wieder entweder aus denjenigen, welche an die Wahrnehmung eines Tonverhältnisses geknüpft sind oder aus denen, welche durch specifische Empfindungsphänomene beim Zusammenklingen (Schwebungen) bedingt sind.

Auf dem erstgenannten Wege muss der Versuch offenbar mislingen, wenn wir wie bisher annehmen, dass die Tongefühlsqualitäten eine ebensolche eindimensionale Reihe bilden wie die Tonqualitäten selbst. Man müsste also wieder zu dem Ähnlichkeitsprincip in Verbindung mit der Annahme greifen, dass die an Octaventöne geknüpften Elementargefühle eine hervorragende Ähnlichkeit besässen, eine etwas geringere die an Quintentöne geknüpften u. s. f. Da nun bei Gefühlen ohnedies schon länger von einer gewissen Verschmelzung die Rede ist (Mischgefühle), so würde hiemit die Tonverschmelzung anscheinend unter bereits bekannte Gesichtspuncte untergeordnet. Die Empfindungen selbst wären allerdings bei der Octave nicht inniger miteinander verbunden als bei der Septime, aber sie würden uns in Folge der grösseren Einheitlichkeit des Mischgefühls einheitlicher scheinen.

Schon hieraus geht aber hervor, dass die Erklärung auch so unannehmbar ist. Die Verschmelzung der Empfindungen wäre eine Täuschung, und diese müsste in dem Moment, wo

die Töne als zwei erkannt werden, schwinden. Ferner würden wir zu einer grossen Zahl seltsamer primärer Gesetze über den Zusammenhang von Tonempfindungen und elementaren Tongefühlen kommen, an Stelle des einzigen Gesetzes, wonach die Gefühle sich parallel mit den Empfindungen verändern. Und wenn man dann versuchte, sich über die Anordnung der Gefühle klar zu werden, würde man zu genau denselben Unmöglichkeiten kommen, wie wir sie 198 f. in der entsprechenden Annahme über die Empfindungen selbst fanden. Ausserdem würde sich aus der Hypothese ergeben, dass Unmusikalische, bei denen das Tongefühl, auch das elementare, im Allgemeinen entschieden geringere Stärke besitzt, gleichzeitige Tonverbindungen leichter analysiren müssten als Musikalische, da sie ja weniger durch die begleitenden Gefühlsphänomene in ihrem Empfindungsurteil gestört werden, die Empfindungen selbst aber keinerlei Verschmelzung besitzen sollen.

Wollte man nun zweitens die Gefühle heranziehen, die in der Wahrnehmung von Tonverhältnissen gründen, so hiesse dies vollends das Pferd vom Schwanze aufzäumen. Denn welches Verhältnis zwischen Grundton und Quinte oder Terz sollen wir wahrnehmen? Das Zahlenverhältnis doch gewiss nicht. Das Ähnlichkeitsverhältnis führt als wahrgenommenes so wenig zum Ziel wie als blos empfundenes. Einzig und allein an das, welches wir Verschmelzung nannten, könnte gedacht werden. Aber wenn durch die Wahrnehmung desselben Gefühle bedingt sind, so kann die Verschmelzung nicht umgekehrt durch diese Gefühle bedingt sein. Auch kann man Tonverhältnisse nur wahrnehmen, wenn man die Töne unterscheidet. Die Unterscheidung wäre also Voraussetzung des Gefühls, das Gefühl Voraussetzung der Verschmelzung; und da die Verschmelzung eine der Ursachen der Nichtunterscheidung ist (ja sogar mit dieser nach der hier discutirten Hypothese zusammenfiele), so fände sich die Unterscheidung unter den Voraussetzungen oder Ursachen der — Nichtunterscheidung.

Es blieben also höchstens noch solche Gefühle als Erklärungsmittel für die Verschmelzung zu erwägen, welche durch

die beim Zusammenklingen auftretenden specifischen Phänomene bedingt sind, einerlei ob Analyse und Wahrnehmung der Verhältnisse stattfindet oder nicht. Die Schwebungen sind solche Phänomene, und die einzigen, die hiebei in Betracht kämen Da sie aber auch in anderer Weise als Erklärungsprincip verwendet werden könnten, stellen wir sie unter besondere Nummer:

4. Ist der relative Mangel an Schwebungen Ursache der Verschmelzung?

Bereits als wir die Versuchsergebnisse bei Unmusikalischen besprachen, wurde bemerkt (S. 151), dass die Stärke der Schwebungen (unter bestimmten Voraussetzungen über Klangfarbe und Tonlage) bei den verschiedenen Intervallen verschieden ist, und dass diejenigen Intervalle, welche eine geringere Zahl richtiger Urteile aufweisen, zugleich geringere Schwebungen zeigen. Dennoch konnten wir einen Causalzusammenhang nicht zugeben. Nun könnte Einer die Sache wiederum (wie bei den Obertönen und den Gefühlen als Erklärungsprincipien) so wenden, dass die unmittelbare Ursache für die Unterschiede der Zuverlässigkeit der Analyse, für die relative Schwierigkeit derselben bei Octaven u. s. f., allerdings in der von uns sogenannten Verschmelzung läge, dass diese selbst aber ihre Ursache in den Schwebungen bez. dem relativen Mangel an Schwebungen besässe. Obgleich die damals angeführten Gegengründe auch diese Wendung treffen, soll sie zur Vollständigkeit des Gedankenganges noch besonders erwogen werden.

Schwebungen sind eine Eigentümlichkeit des Empfindungsinhalts[1]) und können als solche einen Gegenstand der Wahrnehmung bilden. Intervalle mit starken und nicht zu langsamen Schwebungen klingen rauher, solche mit schwachen klingen glatter. Bei grösserer Glätte, könnte man nun sagen, schmiegen sich die Töne inniger, gleichsam mit weniger Reibung aneinander an; und dies sei eben, was wir Verschmelzung nennen.

[1]) wenigstens in dem weiteren Sinn, in welchem wir auch solche Modificationen, die an den zeitlichen Verlauf gebunden sind, zur Empfindung rechnen. Im engsten Sinn ist allerdings nur das Gegenwärtige Empfindungsinhalt. Der Unterschied ist aber hier gleichgültig.

Schwebungen modificiren aber auch, mögen sie als solche wahrgenommen werden oder nicht, das Klanggefühl. Und vielleicht möchte man auch aus den so entstehenden Unterschieden des Klanggefühls die Grade der Einheitlichkeit ableiten, die den verschiedenen Toncombinationen eigen sind oder scheinen; etwa darauf hinweisend, dass Ein Ton für sich allein keine Schwebungen zeigt, also eine Toncombination sich um so mehr dem Gefühlseindruck Eines Tones nähern wird, je weniger sie Schwebungen besitzt, mögen dieselben wahrgenommen werden oder nicht.

Was die erste Erklärungsweise betrifft, so sieht man leicht, dass der Schein einer Erklärung hier nur durch Anwendung von physikalischen Bildern oder von Vorstellungen aus dem Tastsinne gewonnen würde, die auf Gehörsempfindungen nicht anwendbar sind. Schwebungen sind periodische Intensitätsschwankungen. Die Verschmelzung hingegen hat weder mit dem zeitlichen Verlauf noch mit der Intensität des Klanges etwas zu tun.

In beiden Formen aber wird die Erklärung wieder unmöglich durch die Verschmelzung der einfachen Töne. Diese geben zwar auch Schwebungen, wenn sie nahe an einander liegen, nicht aber, wenn sie weiter als etwa eine grosse Terz von einander entfernt sind (nur in tiefer Lage auch bei grösseren Intervallen). Somit müssten hier Terz, Quarte, Tritonus, Quinte, Septime, Octave sämmtlich die gleiche Verschmelzung zeigen, und zwar die höchste.

Wir können insbesondere genug Toncombinationen mit einfachen Tönen herstellen, welche nach Aussage der directen Beobachtung der niedersten, statt der höchsten, Verschmelzungsstufe angehören und dennoch keine Schwebungen zeigen (vgl. S. 189).

Umgekehrt kann auch Ein Ton periodische Intensitätsschwankungen besitzen — dass man diese gewöhnlich nicht Schwebungen sondern Intermittenzen nennt, ist für die Sache gleichgültig —: er müsste dann den Eindruck einer Mehrheit machen.

Ferner würde nach der Hypothese in jeder der beiden Formen die Verschmelzung eines und desselben Intervalls bei verschiedenen Instrumenten verschieden ausfallen, die der Quinte auf einer Flöte sich etwa decken mit der einer Octave auf dem Clavier, die der Secunde auf der Flöte etwa mit der der Terz auf dem Clavier u. s. f. Nicht minder würde die Verschmelzung desselben Intervalls auf demselben Instrument verschieden ausfallen in verschiedener Tonlage, da die Schwebungen je zweier Töne (Grund- oder Obertöne) mit jeder Octave um's Doppelte an Zahl zunehmen, ausserdem auch die unter sich schwebenden Obertöne in verschiedenen Lagen bei demselben Instrument sehr ungleiche Stärke besitzen.

Endlich werden Schwebungen bei Verteilung zweier Stimmgabeln an beide Ohren gegenüber der einohrigen Perception bedeutend geschwächt, unter Umständen bis zur Unmerklichkeit; der Verschmelzungsgrad der Töne erleidet aber durch diese Zuleitungsform keine Änderung. Das Gleiche gilt von der Vorstellung in der Phantasie, wodurch die Schwebungen wegfallen (wenn man sich nicht absichtlich daran erinnert), während die Verschmelzung erhalten bleibt.

5. Ist häufige Verbindung Ursache der Verschmelzung?

Wenn neuere Psychologen Recht haben, tritt durch die blosse Häufigkeit des Zusammenseins zweier beliebiger Vorstellungen im individuellen Bewusstsein allmälig auch ohne jedes Ähnlichkeitsverhältnis zwischen ihnen eine Art Verschmelzung ein. Es entsteht eine „untrennbare Association“ und zugleich wandeln sich die so verwachsenden Vorstellungen in eine qualitativ neue einheitliche Vorstellung um (Chemie der Vorstellungen). Letztere Angabe macht zwar die Anwendung des Princips in unserem Fall schon fraglich; aber man wird vielleicht das Princip selbst in der nötigen Weise umformen, um es anwendbar zu machen; glaubt doch der Chemiker auch nicht mehr an eine wirkliche Umwandlung der Stoffe. Man könnte sagen: Das qualitativ Neue ist eben nur das Verhältnis, die grössere Einheitlichkeit, Dasselbe, was als Tonverschmelzung bezeichnet wird.

Und die Voraussetzung träfe ja zu. Wenn wir die harmonischen Obertöne eines Klanges beispielsweise bis zum 16. Teilton (der vierten Octave des Grundtons) vorhanden denken, so findet sich das Verhältnis der Octave unter diesen 16 Tönen 9 mal (1:2, 2:4, 3:6, 4:8 u. s. f.), das der Quinte 5 mal, das der Quarte 4 mal, das der grossen Terz und Sext 3 mal, das der kleinen Terz und Sext sowie der natürlichen Septime 2 mal (bei Berücksichtigung der Teiltöne bis zum 18. auch diese 3 mal), das der grossen und kleinen Secunde 1 mal. Ausserdem wirkt in gleichem Sinne der Umstand, dass, wenn wir zunächst die Reihe lückenlos und die Klänge nur durch die Zahl der vorhandenen Obertöne verschieden denken, die höheren Obertöne nicht ohne die niederen, diese aber ohne jene vorkommen, und dass vom ersten zum zweiten Teilton eine Octave, vom zweiten zum dritten eine Quinte, dann eine Quarte, dann Terzen stattfinden; woraus folgt, dass auch in den verschiedenen Klängen das Octavenverhältnis am häufigsten vertreten ist und dann in abnehmender Anzahl die übrigen genannten Intervalle.

Aber leider ist das Princip selbst, auch in der angedeuteten Umformung, illusorisch. Es gibt keine untrennbaren Associationen (das Wort Association im gewöhnlichen Sinne genommen), da wir jede Association durch noch häufigere Verknüpfung einer der beiden Vorstellungen mit irgend einer dritten auflösen können. Und es gibt keine Chemie der Vorstellungen. Die gesammte psychologische Erfahrung zeigt, dass Vorstellungen unzählige Male im individuellen Bewusstsein zusammen sein können und doch weder in dem von uns festgehaltenen noch in irgend einem anderen Sinne verschmelzen, speciell auch für die Analyse nicht die geringsten Schwierigkeiten bieten.

Das Tonreich selbst bietet Beispiele genug. Die ganze Tonreihe, die der übende Schüler Tag für Tag stundenlang hinauf und hinunter spielt, müsste ihm ja zu einem ununterscheidbaren Klang zusammenschmelzen, da die vorangehende Vorstellung während der nachfolgenden im Bewusstsein bleibt und weiter Nichts als häufige Gleichzeitigkeit zur Verschmelzung verlangt wird. Sind die Octaven in der Harmonie und den

musikalischen Einzelklängen bevorzugt, so sind es die Secunden in der Melodie. Die Association eines Tons mit seinen Nachbarn ist in der Tat mindestens so kräftig wie die mit seiner Octave. Also müsste auch die Verschmelzung der Secunden mindestens ebenso stark sein wie die der Octaven. Aber auch auf gleichzeitige Töne direct angewandt versagt das Princip. Der Dreiklang müsste immer mehr in Einklang übergehen; wer wenig Musik hört, müsste Octaven-, Quintentöne besser unterscheiden als wer viel hört.

Es ist darum kaum nötig, die zwei bis drei Beispiele, welche man für eine Chemie associirter Vorstellungen gebracht hat, zu widerlegen. Das eine, der Farbenkreisel, beweist nichts als eine rein physiologische Mischung physiologischer Processe. Überdies würde ja hier die Häufigkeit und die Association keine Rolle spielen. Das zweite und Hauptbeispiel, die Localisation der Gesichts- und Tastempfindungen durch Verschmelzung von Muskelempfindungen (und sonstigen „Localzeichen") mit Farben- bez. Tastqualitäten, ist nicht Sache der Beobachtung sondern ein Postulat der empiristischen Raumtheorie; und man muss nicht schliessen, dass das Beispiel zutrifft, weil diese Theorie es verlangt, sondern dass die Theorie verkehrt ist, weil sie zu einem Postulat führt, welches der gesammten psychologischen Erfahrung widerspricht. Ausserdem liegt auch hier keine Association vor.

Vgl. m. „Urspr. d. Raumvorst." 49 f. (das Verhältnis von Farbe und Ausdehnung nicht eine Association) und 103 f. (keine Chemie der Vorstellungen). Diese Lehre ist überhaupt nur als eine Art Rettungstau von dem englischen Empirismus ergriffen worden, nachdem er zugeben musste, dass die angeblichen Elemente der Raumvorstellung und besonders die Muskelempfindungen in derselben nicht wirklich enthalten sind. „Drum hab' ich mich der Magie ergeben". In Deutschland hat Wundt, nachdem sein erster Versuch einer Bestimmung der „Localzeichen" an einem offenen Cirkel gescheitert war (er wollte die Localisirung der Farben aus ihrer localen Färbung erklären, vgl. a. a. O. 99), dasselbe Auskunftsmittel unter dem Namen der psychischen Synthese oder Verschmelzung eingeführt. Es enthebt von vornherein der Verpflich-

tung, die fatalen Localzeichen näher zu bestimmen, da sie ja in der chemisch producirten Raumvorstellung untergegangen sein sollen. Auf die dagegen gerichteten Bemerkungen von LIPPS (Grundtats. 511) und WILLIAM JAMES (Mind XII 208) antwortet WUNDT nur mit allgemeinen Betrachtungen über die Unmöglichkeit, „eine geistige Schöpfung aus ihren elementaren Bedingungen mit mathematischer Evidenz vorauszusagen" (Phys. Ps. [3]II 40), statt dass er Beispiele anführte, die das Vorkommen eines Processes, wie er ihn verlangt, beweisen könnten. Vgl. oben 131 f. Dass auch die „Apperception", welche nach WUNDT zur blossen Association hinzukommen muss, ein solches Ergebnis nicht liefern kann, ist bereits ebendort erinnert. Überdies herrscht bei WUNDT in der Definition und Anwendung dieses modernen Steins der Weisen eine ebenso grosse und noch grössere Verwirrung wie in der des Verschmelzungsbegriffes selbst. Ich verweise auf die erschöpfende Kritik von MARTY in der Viertelj. Schr. f. wiss. Philos. X 346 f. XIII 195 f. 304 f.

6. Die Ursache der Verschmelzung ist eine physiologische.

Alle bisher betrachteten Erklärungsversuche waren psychologisch. Ihr Mislingen deutet an, dass wir auf psychischem Gebiete den Grund der Tonverschmelzung überhaupt nicht zu suchen haben. Dafür sprach ohnedies schon von vornherein der Umstand, dass dieselbe eine Tatsache der Empfindung, ein den gleichzeitigen Tonqualitäten immanentes Verhältnis, und von der Übung im individuellen Leben unabhängig ist. Empfindungsverhältnisse sind aber, wie Empfindungen selbst, nicht auf weiter zurückliegende psychische Ursachen sondern nur auf physische zurückzuführen.

Die physikalisch-objectiven Eigenschaften der Wellenzüge helfen uns dabei Nichts. Allerdings ist die durch zwei Wellen vom Verhältnis 1:2 gebildete Gesammtwelle der einfachen Sinuswelle am ähnlichsten, dann folgt 2:3, 3:4 u. s. f., immer complicirtere Gestalten. Aber diese objectiven Verhältnisse sind ja, wie schon Anfangs erinnert ward, weder selbst Inhalt einer Empfindung noch unmittelbare Ursache einer solchen, liegen vielmehr in der Kette der Ursachen weit zurück. Und treten

wir von da aus näher, so finden wir, dass die genannten Eigentümlichkeiten der Luftschwingungen im Organ verschwinden, wenn anders hier jede zusammengesetzte in einfache Schwingungen aufgelöst wird. Auch was S. 138 Anm. erwähnt wurde, ferner der Umstand, dass Farben, bei denen objectiv die nämlichen Schwingungsverhältnisse vorkommen (1:2 bei den äussersten Farben des Spectrums, 2:3 bei Blau und Rot, Orange und Indigo-Violett, Grünblau und äusserstem Rot), keine der Tonverschmelzung analoge Erscheinung zeigen, muss davon abhalten, die objectiven Wellenformen irgendwie für die Verschmelzung verantwortlich zu machen [1]).

Dass auch innerhalb des Organs, speciell des Labyrinthes im Ohr, die physischen Vorgänge noch nicht diejenige Eigenschaft besitzen, welche der Verschmelzung der Töne in der Empfindung correspondirt, geht nicht blos aus der eben erwähnten isolirten Leitung sondern auch daraus hervor, dass die Verschmelzung bei Verteilung der beiden Töne an die beiden Ohren sowie bei blosser Phantasievorstellung in gleicher Weise wahr-

---

[1]) Nachdem ich in der Abhandlung „Musikpsychologie in England" (V. J. Schr. f. Musikwiss. 1885) die Verschmelzungstatsachen und ihre Wichtigkeit berührt hatte, stellte sie Lipps in seiner Kritik jener Abhandlung (Zschr. f. Phil. u. phil. Kritik Bd. 89 S. 305) als Nebenergebnis der Tonverwandtschaft hin, welche ihrerseits durch den Grad der Übereinstimmung der Schwingungsrhythmen gegeben sei. Diese Übereinstimmung sei nach einem allgemeineren psychologischen Gesetz geeignet, einerseits Befriedigung zu erwecken, andererseits eine Verschmelzung zu begünstigen. Was die Befriedigung betrifft, so kann ich hier weder Lipps' eigene Erklärung des Harmoniegefühls noch seine Einwürfe gegen meine Andeutungen über diesen Punct (die nur als solche gelten und meiner Besprechung englischer Theorien eine positive Wendung geben sollten) erörtern, da dies in die späteren Abteilungen dieses Werkes gehört und Lipps' Kritik an fortgesetzten Misverständnissen leidet, die in der Kürze meiner Andeutungen wurzeln und sich später von selbst auflösen werden. Was aber die Ableitung der Verschmelzung betrifft, so wäre ich begierig, zu hören, wie Lipps diese Empfindungstatsache — als solche bezeichnete ich sie auch damals ausdrücklich — durch ein psychologisches Gesetz aus Schwingungsrhythmen herleiten will. Vorläufig erscheint mir dies eher wie eine contradictio in adjecto.

nehmbar ist. Wenigstens wäre es eine gewaltsame und unwahrscheinliche Annahme, dass bei gleichseitigem Hören der verschmelzungserzeugende Vorgang schon im Ohr, bei Verteilung der Töne aber erst im Centrum stattfände.

Es müssen also den Unterschieden der Verschmelzungsgrade gewisse Unterschiede der letzten Vorgänge im Hörcentrum als physisches Correlat oder als Ursache (jenachdem man monistisch oder dualistisch denkt) entsprechen. Welcher Art aber diese Unterschiede sind, darüber wissen wir schon darum Nichts, weil wir über die Beschaffenheit der letzten Processe überhaupt Nichts wissen. Ja ich muss sagen, dass, während man sich das Zustandekommen der Schwebungen, des Wettstreits, des Contrastes und anderer Erscheinungen doch bis zu einem gewissen Grade physikalisch oder chemisch zurecht legen kann, mir hinsichtlich der Gehirnvorgänge, welche den Verschmelzungserscheinungen zu Grunde liegen könnten, nicht einmal ein solches hypothetisches Bild einfallen will. Vielleicht gelingt es der bewährten Phantasie gewisser Gehirndeuter besser. Wer weiss aber, ob wir uns nicht nach und nach veranlasst finden werden, unsere physikalischen Grundbegriffe selbst umzuarbeiten oder zu erweitern. Ist es denn apriori gewiss, dass die Welt jenseits des Bewusstseins (zu der auch das Gehirn gehört) räumlich und nur räumlich ist oder gedacht werden darf? Die räumlichen Eigenschaften sind nichts als ein kleiner Teil derjenigen, die wir aus unsren Sinnesempfindungen abstrahiren. Man hat sie zur vernünftigen Construction der Aussenwelt, zur Ableitung ihrer Gesetze, nützlich gefunden. An sich haben aber alle anderen qualitativen und sonstigen Momente und Verhältnisse der Empfindungen dasselbe Recht, auf die Aussenwelt übertragen zu werden. Und vielleicht ist gerade die Verschmelzung selbst bestimmt, einmal dieser Würde teilhaft zu werden; etwa in Anwendung auf chemische Vorgänge. Aber das ist ein blosses Spiel mit Denkmöglichkeiten, und wir wollen nicht statt physiologischer nun metaphysiologische Phantasien spinnen.

Wollen wir uns bei mangelnder Anschauung mit einem Begriff begnügen (der doch nicht blosses Wort ist), so liesse

sich hier wol wieder von specifischen Energien reden. Die specifischen Energien, welche der Verschmelzung zu Grunde liegen, haben nur das Besondere, dass sie nicht durch isolirte Reize sondern durch ein Zusammentreffen zweier Reize ausgelöst werden. Man kann sie darum specifische Energien höherer Ordnung, noch besser specifische Synergien nennen. Unter einer solchen würden wir also verstehen eine in der Hirnstructur gründende bestimmte Art des Zusammenwirkens zweier nervöser Gebilde, wodurch jedesmal, wenn diese beiden Gebilde die ihnen entsprechenden Empfindungen erzeugen, ein bestimmter Verschmelzungsgrad dieser Empfindungen miterzeugt wird. Wie bei der Erzeugung von Empfindungen adaequate und inadaequate Reize unterschieden werden, durch welche beiden doch Eine und dieselbe Empfindungsqualität hervorgerufen wird, so ist auch hier ein bestimmter Verschmelzungsgrad nicht ausschliesslich und unbedingt an das „adaequate" Reizverhältnis (z. B. 1 : 2) als solches gebunden, sondern ausnahmsweise kann auch durch ein anderes objectives Schwingungsverhältnis dieselbe specifische Synergie angeregt, das Octavenverhältnis u. s. f. in der Empfindung hergestellt werden (o. 138 Anm.). Dagegen sind allerdings diese specifischen Energien höherer Ordnung untrennbar verbunden mit denen erster Ordnung: denn die Verschmelzung zeigt sich stets als die nämliche zwischen zwei bestimmten Tonqualitäten.

Dass die Verschmelzung in der Phantasie erhalten bleibt, steht dem Gesagten nicht entgegen, sondern ist nur ein neuer Beleg dafür, dass auch die blossen Phantasievorstellungen eine physische Grundlage haben, und zwar im Allgemeinen dieselbe wie die Empfindungen.

Gegenüber den ausgeführten Verschmelzungstheorien, die über den Hergang ganz genauen Aufschluss geben, muss unsere Formulirung dürftig erscheinen. Aber wir wollen ehrliche Armut dem verdächtigen Reichtum vorziehen und eingedenk bleiben, dass für die unmittelbaren und letzten Grundlagen des gesammten Empfindungslebens mit Sicherheit überall noch keine andere als eine solche allgemein-begriffliche Formulirung möglich ist.

7. Idee einer generellen Entwickelung der Verschmelzungen.

Dem Individuum angeboren, könnte nun immerhin diese physiologische Einrichtung im Leben der Generationen erworben und sogar unter Mitwirkung psychischer Tätigkeiten erworben sein. In dieser Weise würde man, wenn man sich überhaupt auf Hypothesen einlässt, der relativen Häufigkeit eines Intervalls, von der unter 5. die Rede war, einen indirecten Einfluss zuschreiben können. Was wir häufig zusammen hören, könnte, wenn es auch nicht im Bewusstsein als Bewusstseinsinhalt verschmilzt, doch auf physischem Gebiet durch beständiges Zusammenwirken der Eindrücke, die in bestimmtem Verhältnis stehen, eine Disposition herausbilden, in Folge deren solche Eindrücke später ein mehr oder weniger einheitliches Empfindungsganzes hervorrufen. Die Herbeiführung aber von solchen Eindrücken könnte auf Lust, Absicht, auf psychischen Motiven mitberuhen und so auch diesen ein sehr indirecter Anteil an der Verschmelzung zugeschrieben werden. Freilich gibt die Erfahrung am Individuum auch für solche Weise des Einflusses keinen Beleg. Aber sie gestattet natürlich die Annahme, dass ein winziger, unmerklicher, sozusagen unendlich kleiner Betrag der Verschmelzung während des individuellen Lebens hinzukomme. Die Entwickelung müsste sich während ungeheurer Zeiträume und zwar in vorhistorischer Zeit vollzogen haben, da wir allezeit, soweit unsere musikhistorische Kenntnis zurückreicht, und auch bei den uncultivirtesten Stämmen der Gegenwart, die etwa als Bild der Urmenschen gelten könnten, den Gebrauch von Octaven und anderen Intervallen antreffen, deren Auswahl unter der unbegrenzten Zahl möglicher Toncombinationen, wie wir später sehen werden, eben auf ihrer Verschmelzung beruht.

Näher könnte sich Einer den Hergang etwa so denken: Das Interesse des Menschen richtete sich zunächst auf einzelne Klänge (seines Kehlkopfs oder irgend eines Hohlraums), die als Signale benutzt wurden, dann auch für sich Freude machten. Aus beiden Gründen suchte er nach und nach verschiedenen Gegen-

ständen, auch Saiten, auf verschiedene Weise Töne zu entlocken, geleitet durch zufällige Wahrnehmungen. In den obertonreicheren Klangquellen waren Octaven, Quinten u. s. f. etwa in dem oben (208) angegebenen Verhältnis vertreten. Aber auch bei nur 6 Teiltönen war die Octave durch 3maliges, die Quinte durch 2maliges Vorkommen vor den übrigen Intervallen ausgezeichnet. Überdies in allen Fällen auch durch grössere Stärke. So wurden die Intervalle zunächst unabsichtlich und ohne Unterscheidung ihrer gleichzeitigen Töne herbeigeführt, die Octave am häufigsten, dann die Quinte u. s. f. Es konnten dadurch Anfänge physischer Dispositionen im Gehirn entstehen, wie wir sie für die Verschmelzung voraussetzen müssen. Dass eine solche Disposition entstehen musste, können wir freilich nicht sagen, da wir nicht wissen worin sie besteht.

Wurde nun gelegentlich die Octave, die Quinte als Zusammenklang zweier selbständiger Klangquellen wahrgenommen (wie beim gleichzeitigen Ausrufen von Signalen durch einen Mann und ein Weib oder durch zwei Männer von verschiedener Stimmlage, wobei unter anderen Combinationen auch diese zufällig vorkamen), so konnte die bereits in ihren Anfängen vorhandene Verschmelzung der beiden Töne zum Unterschied von anderen Fällen des Zusammenklanges bemerkt werden; sie konnte Einen, der besondere Lust an Tönen hatte, veranlassen, solche Zusammenklänge absichtlich herbeizuführen, die bezüglichen Töne auf Instrumenten zu fixiren (Pansflöte, dann Flöte mit mehreren Löchern); es entstanden Anfänge von Melodien aus festen Intervallen, absichtliche Wiederholung durch den Gesang, wobei gleichzeitiges Singen Mehrerer wieder Octaven- und Quintengänge (auch diese, da sie sich dem Eindruck des angestrebten Unisono bereits einigermassen, wenn auch noch nicht in dem gegenwärtigen Masse näherten) zum Vorschein brachte. Dadurch wurde dann wieder die obige physische Disposition verstärkt, die Verschmelzung in der Empfindung also ebenfalls.

Dass diese Zunahme späterhin, je höhere Grade schon erreicht waren, um so langsamer erfolgte und jetzt trotz der Überhandnahme des Musicirens gar nicht mehr zu constatiren ist, würde

sich mit Hinweis auf allgemeinere Erscheinungen begreifen lassen. Dass eine Entwickelung langsamer wird, wenn sie bereits eine gewisse Höhe erreicht hat, sehen wir ja auch an der physischen wie geistigen Bildung des Individuums. (Vgl. auch die Analogie der Übungscurve I 79, u. dgl.)

Das obige Erklärungsprincip liesse sich auch auf die Verschmelzungen zwischen verschiedenen Sinnen anwenden, indem z. B. Geschmäcke und Gerüche regelmässiger erregt werden, als Geschmäcke und Töne.

Im Einzelnen erwachsen freilich wieder Schwierigkeiten, auch wenn wir von der allgemeinen Frage nach der Vererbung erworbener Eigenschaften absehen. Die Ableitung setzt Klänge mit harmonischen Obertönen voraus. Darf man solche als die ursprünglicheren betrachten? Ferner warum verschmelzen Quinten, Quarten, Terzen in der Tiefe eben so stark wie in der Mitte, während diese Intervalle in der Tiefe doch nicht bei Obertönen vorkommen? Denn so ungeheure Blasräume oder Saiten, dass beispielsweise *C* und *G* oder gar *E* und *G* als Obertöne zusammen darin vorkämen (— sie müssten den Grundton C_1 bez. C_2 haben —) wurden doch schwerlich von den Urmenschen benutzt, zumal wenn das Ohr ursprünglich auf die höheren Töne gestimmt war (I 339 f.) Nach der biblischen Sage wären zwar Tubalkain und seine Genossen Riesen gewesen und hätten sich darum auch wol riesiger Instrumente bedient. Aber die ihres Markes entleerten und mit einem Seitenloch versehenen Knochen, welche zusammen mit Steinwerkzeugen im Département Dordogne ausgegraben wurden und unter die ältesten Instrumente gerechnet werden müssen, geben keine sehr tiefen Töne.

Doch wäre dies Bedenken vielleicht nicht unüberwindlich. Da wir nicht wissen, worin die Disposition für Verschmelzungen besteht, bleibt auch die Möglichkeit, dass durch Quinten in beliebiger Tonregion die Disposition für Quinten überhaupt oder doch innerhalb eines weiteren Tonbezirkes erzeugt würde. Aber auch wenn man diese Annahme nicht macht, liesse sich auf einen besonderen Factor hinweisen, durch welchen auch für die Tiefe die entsprechenden Dispositionen bewirkt werden konnten: auf die Differenztöne. Nehmen

wir an, dass schon in einer vorhistorischen Epoche gleichzeitige Quinten oder kleinere Intervalle gebraucht wurden (was keineswegs mit „harmonischer Musik“ zu verwechseln und nicht ohne alle Analogien mit gegenwärtigen exotischen Musikzuständen wäre) und dass die musikalische Entwickelung in der höheren Region begann, so mussten Differenztöne erster und höherer Ordnung entstehen, welche erheblich tiefer lagen und den kleineren ganzen Zahlen entsprachen. Sogar Untertöne eines einzelnen Tones, welche der durch kleine ganze Zahlen dividirten Schwingungszahl dieses Tones entsprechen, könnten mit in Betracht gezogen werden. Obgleich sie in der Empfindung, wie wir alsbald ausführen werden, nicht vorhanden zu sein scheinen, könnten sie doch als unter der Empfindungsschwelle bleibende Erregungen des Hörnerven physische Dispositionen erzeugen helfen.

Eine andere Schwierigkeit läge darin, dass in den allerhöchsten Regionen anscheinend keine Verschmelzungsunterschiede stattfinden (o. 136). Man müsste sagen, diese Töne seien doch selbst für die Urzeit zu hoch gewesen, um die Wirkung ihres Zusammenklingens dem Ohr stark genug einzuprägen.

Aber das Alles sind vage Vermutungen, auf die ich ebensowenig wie auf die über Entwickelung des Gehörs von oben nach unten ein Gewicht legen möchte. Wie alle Hypothesen über Urgeschichte der Organismen ruht auch diese auf zu vielen vorläufig uncontrolirbaren Teilhypothesen. Ich halte es fast für zu viel gesagt, wenn wir sie auch nur eine Hypothese nennen. Als eine Idee mag man sie gelten lassen. Wir haben sie auch für die weiteren Untersuchungen in diesem Werke nicht nötig.

Können wir nun also das Phänomen der Verschmelzung rückwärts in seine Ursachen nicht weiter verfolgen, so können wir dies doch um so besser und reichlicher nach vorwärts, nach seinen Wirkungen. Es dient als Erklärungsgrund für zahllose Erscheinungen des Tonurteils und Tongefühls. Fast in allen folgenden Untersuchungen werden wir es unter den vornehmsten Bedingungen der zu erklärenden Tatsachen wiederfinden.

§ 21. Analysiren und Heraushören bei ungleicher Stärke der Klangteile.

Ausgehend vom Problem der Analyse waren wir auf die Verschmelzung geführt worden, als auf einen der entscheidendsten Umstände, von denen die Analyse abhängt. Wir ziehen nun einen weiteren Umstand in genauere Betrachtung, das Intensitätsverhältnis der Töne. Bisher wurde im Allgemeinen gleiche Stärke der Klangelemente vorausgesetzt. Jetzt fassen wir die Folgen in's Auge, die sich an ungleiche Stärke knüpfen, wobei wir ausser dem Analysiren im engsten Sinn (Gewahrwerden einer Tonmehrheit als solcher) auch das besondere Wahrnehmen einzelner Teile im Ganzen, speciell das Heraushören von Obertönen und Combinationstönen untersuchen.

Unter der Stärke verstehen wir im Folgenden, wo nichts Anderes bemerkt ist, die Empfindungsstärke, wie sie erscheint, wenn jeder der bezüglichen Töne bei unveränderter Reizstärke allein erklingt. (Dass es nicht schlechthin unmöglich ist, bei Tönen verschiedener Höhe zu sagen, ob sie gleiche oder ungleiche Stärke für unsre Empfindung besitzen, wurde I 348 erwähnt; und wenn es sich, wie hier, nur um gröbere Stärkeunterschiede handelt, so ist das Urteil auch leicht und zuverlässig genug.) Bei den Obertönen und Combinationstönen ist diejenige Empfindungsstärke gemeint, welche sie als selbständig erzeugte Töne von entsprechender Reizstärke haben würden.

Mit diesen Definitionen soll natürlich nicht gesagt sein, dass ein Ton seine Empfindungsstärke unverändert beibehält, wenn er mit unveränderter physikalischer Intensität in einen Zusammenklang eintritt. Es soll nur unsre Frage: „In welcher Weise ist die Analyse eines Klanges oder Zusammenklanges abhängig von der Stärke der Componenten?“ näher dahin bestimmt werden: „Wenn zwei verschiedene Töne, deren Intensität beim isolirten Erklingen entschieden ungleich erscheint, mit unveränderter physikalischer Intensität zusammenklingen, was

ergibt sich dann erfahrungsgemäss hinsichtlich der Leichtigkeit oder Möglichkeit der Analyse?"

1. Intensitätsschwelle.

Durch ungleiche Stärke wird, wie Jeder weiss, die Analyse und das Heraushören des schwächeren Tones erschwert. Man nimmt dann häufig nur Einen, den stärkeren, Ton wahr. Den Grund davon darf man schwerlich in dem psychologischen Princip suchen, wonach ein Verhältnis zweier Elemente (hier ihre Mehrheit) um so besser erkannt wird, je mehr sie in allen übrigen Beziehungen sich der Gleichheit nähern. Rein psychologisch könnte ja Einer auch umgekehrt schliessen, dass durch den Gegensatz in der Stärke beide Töne, auch der schwächere, erst recht deutlich hervortreten müssten. Auch haben wir gesehen, dass man das erste Princip nicht unterschiedslos auf alle Fälle anwenden kann (S. 60 f.). Ebensowenig wird man daran denken dürfen, etwa die Unterschiede der Übung verantwortlich zu machen, insofern bei Accorden, auf welche sich die analysirende Tätigkeit besonders erstreckt, die Componenten von gleicher Stärke zu sein pflegen.

Die Hauptrolle spielen vielmehr sicherlich auch hier rein physiologische Ursachen. Gleichzeitige akustische Nervenprocesse beeinträchtigen gegenseitig ihre Intensität, wovon wir Näheres hören werden, wenn wir die Intensitätsurteile über analysirte Töne behandeln (§ 26). Daher kommt es, dass der schwächere, der nun für die Empfindung noch schwächer ausfällt, als es seiner Reizstärke bei isolirtem Erklingen entspräche, leicht überhört werden kann.

Nicht blos erschwert aber Stärkeverschiedenheit die Analyse und das Heraushören, sondern macht sie zuletzt bei einem gewissen Betrag ganz unmöglich. Auch für das feinste Ohr tritt eine Grenze ein, wo durch keine Anstrengung mehr die Unterscheidung des schwächeren neben dem stärkeren Ton gelingt, obgleich der schwächere, für sich allein erklingend, hörbar sein kann. Diese „Unterdrückung", die sich auch Geräuschen gegenüber findet, ist für die Musik von höchstem Werte. Müssten wir ja sonst schon durch die unvermeidlichen inneren

Ohrgeräusche und die subjective Nachdauer der Tonempfindungen ebenso belästigt werden, wie wir es durch das objective Nachklingen eines schlecht dämpfenden Claviers wirklich werden.

Auch in den pathologischen Fällen des „Doppelthörens" (I 266) findet solche Unterdrückung statt, wenn der erhöhte oder vertiefte Ton des kranken Ohres zugleich bedeutend schwächer ist. Als WITTICH die Gabel auf den Schädel setzte, gab sie b^1 oder a^1, je nachdem sie dem kranken (höher hörenden) Ohr näher oder ferner lag. Ebenso bemerkte E. H. WEBER am Clavier keinen Doppelton, auch nicht, wenn er das eine oder andere Ohr zuhielt.[1]) Nur wenn er eine Gabel ausschliesslich zuerst dem einen, dann dem anderen Ohr bot, zeigte sich der Unterschied.

Verschwindet nun der viel schwächere Ton überhaupt aus dem Empfindungsinhalt oder nur aus der Wahrnehmung? Der

[1]) Der Clavierton wird eben durch das Zuhalten der Ohren so wenig geschwächt, dass selbst das Zuhalten des gesunden Ohres nicht genügte, um den Pseudoton gegenüber dem gleichzeitigen Normalton hervortreten zu lassen. WEBER deutet die Unterdrückung dahin, dass die Aufmerksamkeit dem gesunden Ohr allein zugewandt sei, ähnlich wie Schielende häufig das Schielauge ignoriren. Allein eine gewohnheitsmässige Vernachlässigung konnte sich bei ihm doch noch nicht ausgebildet haben, und so wäre nicht begreiflich, warum es seiner Beobachtung nicht hätte gelingen sollen, den Pseudoton neben dem Normalton zu entdecken, wenn jener nicht sehr schwach gewesen wäre.

Was WITTICH noch erwähnt: dass die Gabel sich doch immer zuletzt nach b^1 gezogen habe, auch wenn sie dem gesunden Ohr näher lag, — dies hängt wol nicht mit der Verstimmung des kranken Ohres zusammen, sondern mit der allgemein zu beobachtenden Erhöhung ausschwingender Gabeln (I 242, 255).

Die im Text erwähnte Beobachtung WITTICH's habe ich kürzlich bei einem nach Paracentese des linken Trommelfells eingetretenen Doppelthören an mir selbst bestätigen können (nicht so diejenige WEBER's, da ich den Doppelton auch am Clavier vernahm). Doch schien mir ausser der Nähe der Stimmgabel am gesunden oder kranken Ohr auch die Beschaffenheit der bezüglichen Kopfstelle von Einfluss, jenachdem sie der Knochenleitung in's kranke Ohr hinüber mehr oder weniger günstig war. Es gab Stellen ganz in der Nähe des gesunden Ohres, wo gleichwol der Pseudoton entstand, während unmittelbar daneben aufgesetzt die Gabel wieder den Normalton hören liess.

Umstand, dass er bei Beseitigung des stärkeren wieder hervortritt, liesse sich mit beiden Auffassungen vereinigen. Nur aus theoretischen Gründen glaube ich annehmen zu müssen, dass bei fortgesetzter Abnahme der physikalischen Tonstärke zuerst die Wahrnehmung, dann aber auch die Empfindung wegfällt.

Vorerst ist es ein falsches Princip, dass Alles, was im Empfindungsinhalt vorhanden ist, bei gehöriger Aufmerksamkeit wahrnehmbar sein müsste. Es gibt unbemerkbare Empfindungen und Empfindungsunterschiede [1]), und so wird es auch

---

[1]) I 33. Das dort gegebene Argument ist von SULLY (Mind. Oct. 1884 p. 600) und NATORP (Götting. gel. Anz. 1886 S. 149) bestritten worden. Das übereinstimmende Urteil dieser beiden Recensenten kann ich nicht unbeachtet lassen. Freilich muss es schlecht stehen um die Philosophie, wenn über so einfache und handgreifliche Folgerungen noch Streit möglich ist. Ich habe dieselben daher wieder und wieder geprüft, kann sie aber nicht anders als vollkommen zwingend finden.

Nehmen wir an, zwei Empfindungen, die nicht von einander unterschieden werden können, seien einander allemal gleich. δ sei eine Differenz der Schwingungszahl, bei welcher zwei Töne nicht mehr unterschieden werden. Diese Differenz wollen wir der Einfachheit halber zunächst im ganzen Tonreich als dieselbe annehmen. Dann sind also die zwei Tonempfindungen, welche den Schwingungszahlen a und $a+\delta$ entsprechen, einander gleich; aber auch die, welche $a+\delta$ und $a+2\delta$, $a+2\delta$ und $a+3\delta$ entsprechen, u. s. f. Also ist auch die Tonempfindung bei a gleich der bei $a+n\delta$, kurz alle Tonempfindungen sind einander gleich.

Die Folgerung verändert sich nicht, wenn wir die Inconstanz des Schwellenwertes mitberücksichtigen. Sind δ, δ_1, δ_2, δ_3 .... aufeinanderfolgende Schwellenwerte bei zunehmender Schwingungszahl, so werden die Empfindungen bei a, $a+\delta$, $a+\delta+\delta_1$ u. s. f. bis $a+\delta+\delta_1+\ldots\delta_n$ sämmtlich einander gleich.

Kurz und allgemein: Welches auch der Schwellenwert in jedêm Falle sein mag, wenn die Empfindungen A und B, B und C, C und D .... eben nicht mehr unterscheidbar sind und wenn nicht mehr unterscheidbare Empfindungen allemal einander gleich sind, so ist eben $A=B=C=D\ldots$ Man sieht, ich kann Nichts tun, als das Argument wiederholen, denn es ist genau dasselbe wie I 33.

SULLY nennt das Argument „the puzzle, with wich the author, showing an excess of ingenuity not unprecedented in his writings, perplexes his unwary reader“, und meint es durch Hinweis auf die Tatsache,

eine Schwelle der Analysirbarkeit für gleichzeitige verschieden starke Empfindungen geben. Bleibt ein Ton gleich stark, während der andere abnimmt, so sinkt der letztere zunächst unter diese Wahrnehmungsschwelle. Aber es muss auch eine Schwelle der Empfindbarkeit, kürzer Empfindungsschwelle, für den schwächeren Ton geben, wenn anders der abträgliche Einfluss, den wir annehmen, ein physiologischer ist. Es muss ein Punct kommen, bei welchem der stärkere physiologische Process den schwächeren überhaupt auslöscht. Natürlich ist aber nicht diese, sondern nur die erste Schwelle durch psychophysische Versuche feststellbar.

Vgl. I 379 f. über Empfindungs- und Wahrnehmungsschwelle bei isolirten Tönen. Es wurde I 400 auch bereits bemerkt, dass die Wahrnehmung schwächster isolirter Töne eigentlich schon eine Unterscheidung derselben von den gleichzeitigen inneren Geräuschen ist, wenn anders solche ununterbrochen stattfinden. Aber da wir als Mass der Schwelle immer den Unterschied der äusseren Reize im Auge haben, durch welche Empfindungen erzeugt werden, so müssen wir jene inneren Geräusche beim Schwellenbegriff ignoriren und bei der Feststellung der Schwelle sowol für isolirte wie gleichzeitig verbundene Töne sie als constant und nicht über die normale Stärke hinausgehend voraussetzen. Unter dieser Voraussetzung bleibt ein begrifflicher und experimenteller Unterschied zwischen der Schwelle für isolirte und derjenigen für gleichzeitige Gehörsempfindungen bestehen. Ausserdem natürlich auch ein Unterschied

---

dass die Wahrnehmung eines Unterschiedes ausser gewissen inneren Bedingungen auch einen gewissen Reizunterschied voraussetze, zu lösen. Die Frage ist aber nicht, ob jeder Reizunterschied, sondern ob jeder Empfindungsunterschied bemerkt werde, und ich hätte gewünscht, dass Sully seinen Angriff in scholastischer Weise specificirt hätte.

Wie es einen Unterschied machen soll, ob von Gleichheit in qualitativer, intensiver oder quantitativer Hinsicht die Rede ist, vermag ich nicht einzusehen. Wenn Natorp zu behaupten scheint, dass bei Qualitäten der Begriff Gleichheit überhaupt keinen Sinn habe (vgl. jetzt auch seine „Einleitung in die Psychologie“ 1888 S. 84), so ist mir eben diese Behauptung selbst ganz unverständlich.

zwischen der Schwelle von Tönen gegenüber gleichzeitigen Tönen und gegenüber gleichzeitigen Geräuschen.

Fechner nannte die Schwelle von Tönen gegenüber gleichzeitigen Geräuschen, überhaupt von Empfindungen gegenüber gleichzeitigen ungleichartigen Empfindungen „Mischungsschwelle" (In Sachen d. Ps. 106, Revis. 179). Vielleicht wäre es besser, diesen oder einen verwandten kurzen Ausdruck für die Schwelle gleichzeitiger Empfindungen überhaupt zu gebrauchen.

Später werden wir noch in anderer Beziehung eine Empfindungs- und eine Wahrnehmungsschwelle gleichzeitiger Töne kennen lernen: da bei Annäherung zweier Töne hinsichtlich ihrer Höhe ebenfalls ein Punct kommen muss, wo sie nicht mehr unterschieden werden, und ein Punct, wo sie überhaupt nicht mehr zwei, sondern Eine Empfindung sind. Wir können dies die qualitative gegenüber der intensiven Schwelle nennen.

Nehmen wir an, die intensive Schwelle eines Tones von bestimmter Höhe gegenüber einem gleichzeitigen anderen Ton von bestimmter Höhe und Stärke sei durch den Versuch gefunden, also diejenige Differenz ihrer physikalischen Intensitäten angegeben, bei welcher der schwächere vor dem stärkeren eben verschwindet (bez. eben noch wahrnehmbar ist): so wird sich weiter fragen, wie sich die Schwelle verhält, wenn wir bei unveränderter Höhe beider Töne deren absolute Stärke verändern. Bleibt etwa in solchem Fall der Ton eben nicht mehr (bez. eben noch) heraushörbar, wenn das Verhältnis ihrer physikalischen Intensitäten dasselbe bleibt? Dies würde der Formel des Weber'schen Gesetzes entsprechen. Empirisch ist zunächst bekannt, dass man die Stimme um so mehr anstrengen muss, um eben vernommen zu werden, je grösser der Lärm ist. Dabei könnte indes auch die Differenz der physikalischen Intensitäten, nicht das Verhältnis, dasselbe bleiben. Denn auch um das gleiche Plus von Intensität herzustellen, muss ich natürlich stärker singen, wenn der Lärm grösser ist.

Alfred Mayer, dessen Untersuchungen wir I 212 und II 102 erwähnten, hat auch dieser Frage eine experimentelle Studie

gewidmet[1]) und zu finden geglaubt, dass die Intensität des verdrängenden Tons immer etwa dreimal so gross sein müsse, wie die des verdrängten. Dabei mass er die Intensität durch Aufsuchung derjenigen Entfernung, in welcher der bezügliche Ton, für sich allein angegeben, eben verschwand. Unter Voraussetzung der Intensitätsabnahme mit dem Quadrat der Entfernung berechnete er aus dem Verhältnis der gefundenen Entfernungen das Intensitätsverhältnis der Töne bei gleicher Entfernung.

Hienach wäre also in der Tat das Verhältnis, nicht die Differenz der physikalischen Intensitäten constant, wenn ein Ton den anderen eben unterdrückt. Allein es ist nicht denkbar, dass es Ein solches constantes Verhältnis gäbe, gleichviel welche Töne man nähme. Wenn der eine Ton die Octave des anderen ist, muss er eine andere Schwelle haben, als wenn er der Tritonus ist; ausserdem spielen wahrscheinlicherweise noch andere Umstände mit (Höhendistanz, Tonregion, s. u.). Die Nichtberücksichtigung dieser Umstände und besonders der Verschmelzungsstufen, deren Einfluss hier ganz zweifellos ist, lassen jenes Versuchsergebnis selbst zweifelhaft und die Versuche nur von provisorischem Wert erscheinen.[2])

Ein interessantes Ziel bei weiterer Verfolgung derselben, welches auch MAYER bereits angedeutet hat, wäre die Einrichtung eines Phonometers nach Art des Photometers. Wir könnten diejenigen Töne als gleichstarke definiren, deren jeder einen gleichbleibenden dritten eben zu verdrängen vermag. Eine Definition der Empfindungsstärke wäre dies nicht, aber eine Definition der physiologischen Stärke; wenn anders das, was wir hier als Verdrängung oder Unterdrückung bezeichnen, ein physiologischer Process ist. Aber auch eine De-

---

[1]) American Journal of Science and Arts, Vol. XII, Nov. 1876, p. 329. Auch im Philos. Magazine 1876 No. XIV. Suppl. p. 500.

[2]) Nachdem auf Anregungen von KUNDT für einzelne Fälle durch DVOŘAK und in allgemeinerem Umfang durch A. RAPS eine Messungsmethode für physikalische Tonstärken ausgebildet ist (WIEDEM. Ann. Bd. 36, 1889, S. 273 f.), wäre es nun wol möglich, die obigen Versuche exacter durchzuführen.

finition dieser physiologischen Tonstärke wäre wertvoll, da sie zum Unterschied von der blos physikalischen in directester Beziehung zur Empfindungsstärke steht.

Wenn übrigens die WEBER'sche Formel sich in der erwähnten Frage anwendbar fände, so würden wir es doch keineswegs wirklich mit dem WEBER'schen Gesetze selbst hier zu tun haben. Dieses beruht auf der Fragestellung: „Sind zwei Empfindungen einander gleich oder nicht?" Dass sie zwei sind, steht fest. Hier dagegen handelt sich's um die Frage, ob überhaupt zwei Töne wahrgenommen werden oder nur Einer. Spricht man beide Male von „Unterscheidung", so wird eben dieses Wort in doppeltem Sinn gebraucht. Möglich wäre es ja, dass die Analyse im letzteren und das Ungleichheitsurteil im ersteren Fall den nämlichen oder analogen Bedingungen (physischen wie psychischen) unterlägen und darum die gleiche Formel lieferten; aber sicher ist dies gar nicht, und die Materien sind einstweilen auseinanderzuhalten.

Es ist auch noch eine veränderte Fragestellung in dieser Sache möglich. Statt die physikalischen Tonstärken zu messen, bei welchen Unterdrückung stattfindet, können wir auch die Empfindungsstärken selbst, genauer ihre Distanzen, messen. Wir wissen aus § 15, dass Distanzen von Empfindungsstärken als gleich oder ungleich erkannt und mit Beziehung darauf auch von einer doppelten, dreifachen Empfindungsstärke gesprochen werden kann. Es könnten darum die beiden Töne, deren einer den anderen bei gleichzeitigem Erklingen unterdrückt, jedesmal auch isolirt in Hinsicht ihrer Stärke verglichen und könnte untersucht werden, ob etwa eine solche Unterdrückung jedesmal bei gleicher Stärkedistanz stattfinde. Welches Resultat sich auch hier ergeben möchte: von einem „psychophysischen" Gesetz würde nun vollends nicht mehr die Rede sein. Der Schwellenwert wäre in Empfindungsmassen (genauer Empfindungsdistanzmassen) selbst angegeben.

Weiter könnte sich die Untersuchung auf den Schwellenwert, zunächst den physikalischen, bei Concurrenz eines Tons mit zwei oder mehr gleichzeitigen stärkeren Tönen richten.

Eine Formel wäre denkbar, welche alle Fälle überhaupt umfasste, in denen ein Ton von gegebener Höhe durch eine bestimmte Zahl anderer Töne von gegebener Höhe unterdrückt würde. Freilich ist zu bezweifeln, ob ein so mühsames Unternehmen sich lohnte. Doch gewährt es in diesen Dingen schon eine gewisse Befriedigung, die möglichen Ziele in's Auge zu fassen, die möglichen Fragen bestimmt auszusprechen.

Wir haben bisher zwei (oder mehr) Töne von bestimmter unveränderter Höhe vorausgesetzt. Verändern wir nun die relative oder absolute Höhe zweier gegebener Töne von ungleicher Stärke, so ist wiederum die Frage, ob der Intensitäts-Schwellenwert derselbe bleibt.

Wir erwähnten schon, dass der Verschmelzungsgrad ganz beträchtliche Unterschiede im Schwellenwert bedingt; dieser liegt entschieden um so niedriger, je weniger die beiden Töne verschmelzen.

Es könnte aber weiter auch einen Unterschied machen, ob der stärkere Ton über oder unter dem schwächeren liegt. A. Mayer stellt in dieser Hinsicht die merkwürdige Behauptung auf (a. a. O.), dass durch tiefere Töne wol höhere verdrängt würden, nicht aber umgekehrt.

Dies scheint mir, so extrem ausgesprochen, jedenfalls unrichtig. Es widerstreitet alltäglichen Erfahrungen und lässt sich durch Versuche leicht widerlegen. Das Summen einer tiefen Gabel ist neben dem schreienden Accord hoher Zungenpfeifen oder Trompeten, ja neben einer einzelnen, unhörbar. Halte ich eine im Ausschwingen begriffene aber noch gut hörbare *C*-Gabel vor das linke Ohr, welchem ich dann eine *F*-Gabel periodisch nähere, so verschwindet das *C* und kommt wieder, jenachdem die *F*-Gabel nah oder fern, stark oder schwach ist. *C* wird also durch den höheren Ton bei einer gewissen Stärke desselben unterdrückt. Ähnliches ergibt sich bei einer *Fis*- und einer *g*-Gabel, die also mehr als eine Octave zwischen sich haben. Hier bemerke ich, wenn die *Fis*-Gabel vor das Ohr gehalten und die *g*-Gabel aus der Ferne immer näher gebracht wird, vier Stadien. Zuerst ist nur *Fis* hörbar;

dann fängt es an zu schweben (der Oberton *fis* schwebt mit *g*), ohne dass *g* schon für sich hörbar wäre; dann vernehme ich beide Töne; endlich, wenn *g* vor dem Ohr und demselben noch näher ist als *Fis*, verschwindet der tiefe Ton vor dem höheren. Bei *C* und *c*, *C* und *g*, *c* und c^1 ist das zweite Stadium statt durch Schwebungen durch eine geringe Verstärkung und eine bedeutende Erhellung des tiefen Tones charakterisirt (vergl. § 23, 2, b), im Übrigen aber die Erscheinung die nämliche.[1])

Soviel jedoch scheint richtig, dass der höhere Ton ein grösseres Übergewicht an Empfindungsstärke besitzen muss, um den tieferen zuzudecken als umgekehrt. Man kann bei den Gabelversuchen viel leichter für die höhere Gabel einen Punct finden, wo sie bei allmäliger Entfernung unwahrnehmbar wird, als für die tiefere; vorausgesetzt, dass der verschwindende Gabelton, für sich allein gehört, doch noch wahrnehmbar sein soll. Und wenn man dann die unterdrückende Gabel beseitigt und den nunmehr wahrnehmbaren Ton in Bezug auf seine Stärke prüft, hat man den Eindruck, dass sie im ersten Fall grösser ist als im zweiten. Tiefe Töne werden also bei geringerer Empfindungsstärke durch hohe hindurchgehört als hohe durch tiefe. Wie es sich in dieser Beziehung mit der physikalischen Stärke verhält, wäre noch zu untersuchen. Erst durch Vergleichung derselben wären auch genaue Massbestimmungen zu gewinnen, während es sich bei den Empfindungsstärken nur um Schätzungen handelt.

Fragen wir nach dem Grunde des eben erwähnten Verhaltens, so könnte man an die grössere Ausdehnung tieferer Töne denken (o. 56). Sie ist zwar nicht eine Ausdehnung im

[1]) Auch folgende Erscheinung gehört hierher. Wenn ich durch das Zusammenwirken der drei Zungenpfeifen $e^1 g^1 c^2$ den tiefen Differenzton *C* erzeuge, hierauf zu den dreien noch die c^1-Pfeife füge, so höre ich *C* jetzt weniger mächtig. Nach Mayer müsste man es noch mächtiger hören, da es nun auch durch c^1 miterzeugt wird und einer Verdrängung nicht unterliegen soll. Aber factisch nimmt eben das hinzukommende starke c^1 dem *C* mehr an Stärke, als es ihm durch seine Verbindung mit den übrigen primären Tönen zubringen würde.

optischen Sinne und darum das relative Hervortreten der tiefen Töne auch nicht selbstverständlich. Aber sie ist doch ein Moment, welches einer Steigerung unterliegt und zwar von den hohen nach den tiefen Tönen zu. Darum könnte grössere Ausdehnung wie grössere Intensität wirken, als Aequivalent derselben, in einem für das Heraushören günstigen Sinne.

Doch bleibt auch denkbar, dass der Grund in jener Wechselwirkung gleichzeitiger Töne (bez. der entsprechenden physiologischen Processe) liegt, derzufolge sie sich gegenseitig etwas von ihrer Stärke abziehen. Man müsste annehmen, dass die tiefen Töne den hohen mehr abziehen, als umgekehrt.

Dass endlich die absolute Höhe (Tonregion) einen bedeutenden Unterschied machen muss, dass die Schwelle eine höhere sein wird, wenn zwei tiefe als wenn zwei mittlere oder mässig hohe Töne unter sonst gleichen Umständen analysirt werden sollen, ist nach Allem, was wir bereits über die Unterschiede der Regionen wissen, nicht zu bezweifeln.

Diese Untersuchungen verdienen auch auf das Verhältnis von Tönen und Geräuschen ausgedehnt zu werden. Hierüber bemerkt KESSEL[1]): „Die drei untersten Octaven, C_2 bis c, werden relativ leichter (von Geräuschen) überdeckt als die folgenden. Von c bis c^2 beeinflussen die Geräusche die Töne noch sehr beträchtlich, von c^2 aufwärts schon weit weniger.“ KESSEL schliesst aus Versuchen, dass die geringere Empfindungsstärke der tiefen Töne nicht zur Erklärung dieses Unterschieds ausreiche.

2. Wahrnehmung regelmässiger (unselbständiger) Beitöne im Allgemeinen.

Beitöne bieten für unsere gegenwärtige Betrachtung nur dann noch weiteren Stoff, wenn sie, wie die Obertöne und Combinationstöne, mit einer gewissen Regelmässigkeit Haupttöne begleiten. Wir betrachten zuerst das Gemeinsame dieser beiden Fälle hinsichtlich der Analyse, dann das Besondere eines jeden. Zuletzt untersuchen wir, ob noch andere Beitöne mit Regel-

[1]) Über das Hören von Tönen und Geräuschen. A. f. O. XVIII 140.

mässigkeit in der Empfindung vorhanden sind (Untertöne), und ob es überhaupt ganz einfache Töne geben kann.

Die Entstehungsweise sowol von Obertönen als Combinationstönen bedingt gewisse Erschwerungen oder den Hinwegfall gewisser Erleichterungen für das Heraushören gegenüber anderen Zusammenklängen von ungleicher Stärke der Teile.

Erstens setzen diese Classen von Beitönen physikalisch exact mit dem oder den primären Tönen ein, während sonst bei Zusammenklängen vielfach schon objectiv kleine Zeitunterschiede im Einsatz der Componenten stattfinden und die Analyse erleichtern.

Sodann verändert sich ihre Stärke während der Dauer des Klanges entweder nicht oder in gleichem Sinne mit der Stärke der primären Töne, während sonst vielfach selbständige Stärkeschwankungen der Componenten die Analyse erleichtern. (Damit soll nicht gesagt sein, dass die regelmässigen Beitöne in gleichem Maasse wie die Haupttöne ab- und zunehmen. Vielmehr sind in dieser Beziehung in vielen Fällen durch Änderung des Stärkeverhältnisses Erleichterungen des Heraushörens gegeben. Auch sehen wir hier noch ab von der blos subjectiven Verstärkung von Beitönen, welche als Folge des Heraushörens eintreten kann.)

Drittens und hauptsächlich bilden die nächstliegenden und stärkeren Obertöne bei fast allen gebräuchlichen Musikinstrumenten, und ebenso die Combinationstöne bei allen consonanten Intervallen, mit den bezüglichen Primärtönen Octaven, Quinten, Terzen: also stärkere Verschmelzungen.

Viertens sind Obertöne und Combinationstöne einfache Töne, jedenfalls die einfachsten, die wir kennen; und da wir es sowol in der Musik als im Leben fast immer mit zusammengesetzten Klängen zu tun haben, so ist begreiflich, dass die ungewohnte Färbung jener Töne ihre Auffindung zunächst erschwert.[1])

[1]) In diesem Erklärungsgrunde würde ein Cirkel liegen, wenn er der einzige wäre: wir würden dann das Nichtwahrnehmen dieser Beitöne aus dem gewohnheitsmässigen Nichtwahrnehmen derselben erklären. Da aber das Letztere noch besondere vorher erwähnte Gründe hat, so muss

Bei allem Dem müssen wir aber festhalten, dass Obertöne und Combinationstöne für die Empfindung und das Bewusstsein überhaupt nichts weiter sind als erheblich schwächere Töne neben stärkeren, und dass die das Heraushören erschwerenden Umstände auch bei selbständig erzeugten Beitönen hergestellt werden können. Dies ist für die späteren Fragen nach ihrer Bedeutung für die Consonanz u. s. f. von Wichtigkeit.

3. Specielles über Wahrnehmung von Obertönen.

Man hat an den Obertönen verwunderlich gefunden die im Vergleich mit der berechneten physikalischen Stärke zu geringe Empfindungsstärke, die sie für den, der sie heraushört, zu haben scheinen; sodann die besondere Schwierigkeit und die ausserordentlichen individuellen Unterschiede in Hinsicht des Heraushörens.

Die zu geringe Stärke erklärt sich, wie ich meine, hinreichend aus dem schon mehrfach erwähnten Umstande, dass gleichzeitige Töne überhaupt sich schwächen. Wenn auch der absolute Stärkeverlust der schwächeren dabei vielleicht nicht grösser ist als der der stärkeren, so werden sie doch jedenfalls eine grössere scheinbare Einbusse erleiden. Dasselbe gilt, wie es scheint, für höhere Töne gegenüber tieferen (s. o.). Am Meisten also werden schwächere höhere Töne neben stärkeren tieferen beeinträchtigt sein.

Die Schwierigkeiten des Heraushörens aber sind vor allen Dingen stark übertrieben worden. Man findet in vielen Schriften Äusserungen, als ob es für Laien in der Akustik unmöglich und überhaupt nur für wenige Menschen möglich wäre, ohne Resonatoren Obertöne zu vernehmen.[1]) Ich habe fast immer

allerdings die so entstehende Gewöhnung an die schärferen Klangfarben die Schwierigkeit noch vergrössern; wenn auch nur solange, als Einer nicht schon hinreichend oft einfachere Töne gehört und sich mit ihrer Farbe vertraut gemacht hat.

[1]) Wundt behauptet einmal (Logik I 14): „Die Obertöne werden nicht blos schwächer empfunden, sondern sie werden als gesonderte Tonhöhen überhaupt erst in Folge der Einführung besonderer Versuchsbedingungen empfunden". Auch G. E. Müller sagt schon zu Viel (Sinnl. Aufmerks. 18 und 20): „Es gelingt nur Wenigen bei angestrengter Aufmerksam-

gefunden, dass es Menschen ohne besondere musikalische Begabung und ohne jegliche akustische Übung nach kurzer Zeit gelang; besonders allerdings, wenn ihnen in den ersten Fällen die bezüglichen Teiltöne vorher angegeben wurden, aber auch gelegentlich ohne dieses Hilfsmittel. Selbst der ganz unmusikalische Dr. K. (I 314—15) hörte bei tiefen Claviertönen Obertöne und wusste dieselben durch Singen richtig anzugeben, indem er sie nur in eine für seine Stimme zugängliche oder bequemere Octave transponirte; so sang er bei A_1: *cis* und *e*, bei E_1: *e* und *h*, ferner *cis* (womit wahrscheinlich der etwas zu tief intonirte 7. Teilton gemeint war, der zwischen cis^1 und d^1 liegt). Es kann sogar geschehen, dass ein Oberton einmal eher von einem Unmusikalischen als einem Musikalischen vernommen wird. Unmusikalische bemerken auch verhältnismässig leicht Schwebungen und sonstige Nebenerscheinungen (Reibungsgeräusch beim Violinspiel u. dgl.), weil ihre Aufmerksamkeit weniger durch das musikalisch Wesentliche, die Qualität der Haupttöne und den (wirklichen oder auch blos gedachten) Zusammenhang abgezogen wird. So kann es ja einem Musiker auch begegnen, dass er, von dem Gehalt eines Stückes in Anspruch genommen, technische Unvollkommenheiten der Ausführung überhört, die selbst dem Laien auffallen.

Fast allgemein aber wurden bei den bisherigen Betrachtungen über das Heraushören der Obertöne übersehen die starken Unterschiede der Fälle je nach der Ordnungszahl des Teiltons; mit anderen Worten und genauer: je nach der Verschmelzung desselben mit dem Grundton. Die nächstliegenden und bei voller Klangfarbe stärksten Obertöne sind Octave und Duodecime (Quinte der Octave). Diese, zumal die Octave, sind aber nicht blos im Verhältnis zu ihrer Stärke, sondern in der Regel schlechtweg am schwersten herauszuhören.

---

keit die Obertöne zu vernehmen.“ Auch die Behauptung, dass die Menschen „bis auf die neueste Zeit nichts von Obertönen gewusst haben“ (das.), ist ein Irrtum. Sie sind mindestens seit den Zeiten des Cartesius bekannt. Vgl. dessen Musicae Compendium (verfasst 1618) p. 19, Epistolae P. II ep. 68; ferner was wir unten 235 über Mersenne sagen.

Wenn Ungeübte die Octave selbst bei gleicher Stärke mit dem Grundton von diesem nur schwer unterscheiden, so begreift sich, dass sie bei geringerer Stärke völlig ununterscheidbar wird. Sie bietet dann auch für musikalisch und akustisch Geübte solche Schwierigkeit, dass ausgezeichnete Beobachter bei Stimmgabeln das Vorhandensein harmonischer Obertöne einschliesslich der Octave und Duodecime geleugnet oder sie nur durch künstliche Mittel für nachweisbar erklärt haben.[1])

---

[1]) Henrici Pogg. Ann. Bd. 58 S. 265 (hörte mit blossem Ohr meist einen ganzen Septimenaccord, darin die Duodecime oder deren höhere Octave, aber nicht die Octave des Grundtons). Dove das. Bd. 115, S. 650 (keine Spur der Octave; nur bei Schwebungen der Gabel mit einer anderen hervortretend). Helmholtz Tonempf. [4] 94, 119—121, 263 (nur bei sehr starkem Anschlag Spuren harmonischer Obertöne mit Resonatoren hörbar). Dagegen schwingen bei gestrichenen Gabeln nach Preyer Akust. Unters. 15—17 Secundärgabeln auf Resonanzkästen, welche die 4 ersten harmonischen Teiltöne geben, stark mit. R. König (Wied. Ann. XII 337) wiederum konnte bei einer *c*-Gabel mit sehr dicken Zinken nicht die geringste Spur eines Obertons auffinden. Die Obertöne seien abhängig von der Dicke der Zinken.

Was König hier sagt, erklärt manche Differenz der Angaben; wie es auch einen Unterschied macht, ob man eine Gabel anschlägt oder streicht, ob sie auf Resonanzkasten oder frei schwingt u. A.

Ich habe bei manchen freischwingenden Gabeln die Duodecime leicht mit blossem Ohr wahrgenommen, die Octave mit einiger Mühe. Bei einer *c*-Gabel auf Resonanzkasten konnte ich selbst mit Resonatoren weder c^1 noch g^1 wahrnehmen, wie stark jene auch gestrichen wurde. Ebenso bei c^1 weder c^2 noch g^2. Dagegen kann man auch hier durch Hilfsgabeln von der Höhe des gesuchten Obertons, welche gleichfalls auf Resonanzkästen befestigt sind, Obertöne noch objectiv nachweisen. Ich finde Preyer's Angaben in dieser Hinsicht bestätigt. Wenn ich die Hilfsgabel in den Resonanzraum der gestrichenen Primärgabel halte, dann letztere dämpfe und den Kasten der Hilfsgabel dicht an's Ohr bringe, so höre ich diese Gabel leise tönen. Gabeln von anderer Tonhöhe bleiben vollkommen still. (Preyer stellte den einen Kasten auf den anderen, wobei die aufgesetzte Gabel viel stärker mitklingt, aber auch der Einwand bleibt, dass nicht Übertragung durch die Luft sondern durch die sich berührenden Resonanzkästen stattfindet. Preyer hebt allerdings hervor, dass andere Gabeln auch bei dieser Methode völlig ruhig blieben. Dies ist aber nicht ganz richtig. Eine *b*-Gabel z. B.

Gleichwol zeigen sie sich, und besonders die Octave, mit überraschender Intensität auch hier vorhanden, sobald man durch eine Interferenzröhre, wie sie QUINCKE (Pogg. 128, S. 177) angegeben hat, den Grundton der Gabel auslöscht. Das Gleiche gilt für die sog. Flageolettöne der Streichinstrumente, welche man für einfache Töne zu halten geneigt ist, während sie mindestens noch ihre höhere Octave mit sich führen[1]).

Wo nun aber höhere Teiltöne als die genannten vorhanden sind, da sind solche, obgleich im Allgemeinen schwächer als die tieferen, dennoch oft leichter als diese wahrzunehmen; besonders der 7. und 9. Teilton, weil diese mit dem Grundton weniger verschmelzen als alle vorangehenden. Ich habe dies häufig bei Ungeübten und unzähligemale bei mir selbst beobachtet. Man gebe *C* auf dem Clavier oder Cello an: fast immer wird man ohne Schwierigkeit den 7. Teilton (b^1, etwas tiefer als das b^1 auf dem Clavier) und wahrscheinlich auch den 9. (d^2) heraushören.

Diese paradoxe Erscheinung, dass gewisse schwächere Obertöne leichter herauszuhören sind als gewisse stärkere, bildet eine der auffallendsten Consequenzen der Verschmelzungsverhältnisse. Sie ist um so lehrreicher in dieser Richtung, als wir es hier mit Verschmelzungen zwischen einfachen Tönen

---

wurde durch *c* auf diesem Wege deutlich zum Tönen gebracht, wenn auch viel schwächer als eine c^1-Gabel.)

Es ist hienach kein Zweifel, dass stark gestrichene auf Resonanzkästen stehende Gabeln der kleinen Octave die vier ersten harmonischen Teiltöne (drei ersten Obertöne) objectiv enthalten.

Hier sei noch erwähnt, dass man die hohen unharmonischen Beitöne angeschlagener Gabeln, die sich der Wahrnehmung so sehr aufdrängen und bei vielen Versuchen äusserst störend wirken, leicht dadurch beseitigen kann, dass man die Gabel während des Anschlagens oder unmittelbar nachher am unteren Teil der Schenkel anfasst (worauf wol LUCAE zuerst aufmerksam machte) oder, wie dies neuerdings vielfach geschieht, ein für allemal einen Kautschukring an dieser Stelle anbringt Es genügt schon, wenn ein solcher Ring an Einem Schenkel sitzt.

[1]) J. RITZ, Untersuchungen über die Zusammensetzung der Klänge der Streichinstrumente, 1883, S. 67.

(den Partialtönen) zu tun haben, ohne dass wir solche künstlich herzustellen genötigt wären.

Die genannten Tatsachen sind als solche übrigens auch Anderen nicht gänzlich entgangen, wenngleich sie nicht auf ein allgemeineres Princip zurückgeführt wurden. TARTINI betont[1]), dass die Teiltöne 2 und 4 als Octaven weniger gut unterscheidbar seien als 3 und 5. HELMHOLTZ sagt bezüglich der unharmonischen Obertöne der Stimmgabel (121): „Das Ohr trennt den Grundton leicht von den Obertönen und hat keine Neigung, beide zu verschmelzen.“ G. APPUNN erklärte mir mündlich, dass er einen ungeradzahligen Teilton immer besser höre als den nächst-tieferen geradzahligen, also den 5. Teilton besser als den 4., den 7. besser als den 6., den 9. besser als den 8.[2]) Dies stimmt vollkommen mit der Verschmelzungsordnung überein; denn der 5. ist Terz, der 4. Octave — der 7. Septime, der 6. Quinte — der 9. None, der 8. Octave des Grundtons (abgerechnet die Octavenverdoppelungen).

Schon MERSENNE gibt in seiner Harmonie universelle (1636) an, dass er „nicht blos die Octave und den 15. Ton, sondern auch den 12. und den grossen 17. höre, und über diesen auch noch den grossen 23. bemerkt habe“. Da MERSENNE hier nicht die Teiltöne als solche in unsrer Weise numerirt, sondern die Nummern sich auf die Reihenfolge der Töne in der diatonischen Leiter beziehen, so ist der 12. Ton, wenn wir von C ausgehen, $= g$, der 15. $= c^1$, der grosse 17. $= e^1$, der grosse 23. $= d^2$. MERSENNE hat also den 9. Teilton herausgehört. In den Cogitata physico-mathematica (1644) werden p. 354—55 der 3. und 5. Teilton angeführt.

Nicht uninteressant ist auch, dass SEB. BACH in der Trauerode auf die Königin Christiane, wo er das Glockengeläute durch

---

[1]) De' principj dell' armonia (1767) p. 2.

[2]) In einem Aufsatz „Über die HELMHOLTZ'sche Lehre von den Tonempfindungen“ (Bericht d. Wetterauischen Gesellschaft f. d. gesammte Naturkunde zu Hanau, Jahrg. 1863—7) sagt APPUNN sogar noch allgemeiner, dass die ungeradzahligen Obertöne 3, 5, 7, 9 u. s. f. deutlicher zu hören seien als die geradzahligen.

Oboen u. s. w. nachahmt, zuletzt auch die Septime zu dem Accord fügt (*c* in *D-dur*) und sie von da an beständig, auch am Schluss noch, mittönen lässt. Offenbar liegt hier eine akustische Beobachtung zu Grunde, wenn auch vielleicht nur indirect an einer Mixtur, deren Zusammensetzung aber selbst wieder auf Beobachtung gegründet sein musste.

Im Übrigen sind mancherlei Einflüsse zu erwähnen. Schon die Tageszeit macht einen Unterschied. Man hört Obertöne am leichtesten und deutlichsten in der Nacht[1]), was nicht blos auf stillere Umgebung, sondern wol auch auf günstigere Nervendisposition zurückzuführen ist.

Ferner ist es vorteilhaft, die Aufmerksamkeit auf Ein Ohr zu concentriren, und wenn es da nicht glücken will, es mit dem anderen zu versuchen. Ja es scheint, dass man in solchen Fällen schon unwillkürlich nach rechts oder links horcht. Man nimmt dann auch den Oberton in dem betreffenden Ohr localisirt wahr. Nur Obertöne von c^3 aufwärts schienen mir öfters in der Mitte der Schädeldecke localisirt, und bei solchen ist es denn auch nützlich die Aufmerksamkeit auf diese Schädelgegend zu lenken. Ferner schliesse ich bei diesen und anderen akustischen Beobachtungen oft unwillkürlich die Augen und halte dies für gut.

In gewöhnlichen Fällen, bei nicht abnormer Stärke der Obertöne, ist eine merkliche Zeit zum deutlichen Heraushören notwendig, was mit einer durch die Aufmerksamkeit bewirkten subjectiven Verstärkung der Obertöne zusammenhängt, von der wir im § 22 näher handeln. Bei musikalischen Aufführungen, wo sich die Klänge meist zu rasch folgen und die Aufmerksamkeit anderen Momenten zugewandt ist, haben sich mir nur zwei- oder dreimal von selbst, ohne dass ich absichtlich darauf hörte, Obertöne aufgedrängt; so vernahm ich bei einem *C-dur*-Accord

---

[1]) Vgl. I 358. Auch G. Engel, Das mathematische Harmonium 32. Und schon Sorge, Vorgemach d. musik. Composition (1745) S. 13: „Wem Dieses noch etwas Unbekanntes ist, der nehme nur auf einem Clavecin etwa das tiefe *C*, schlage solches zumal bei stiller Nachtzeit an, so wird er gar deutlich das ungestrichene *g* und eingestrichene *e* mit hören."

von Blechinstrumenten mit unangenehmer Deutlichkeit den 7. Teilton des *c*, beim Anschlag des *B* auf einem Pianino während des Spielens dessen 27. Teilton (dem g^4 sehr nahe liegend) mit gellender Stärke. Auch eine gut musikalische Dame erzählte mir, dass sie, als TAUSIG die Bassregion eines BECHSTEIN'schen Flügels bearbeitete, durch die hohen Obertöne sehr gestört worden sei. Dies sind verhältnismässig seltene Fälle. Bei dem langsamen Choralsingen früherer Zeiten sind die Obertöne guten Beobachtern öfters aufgefallen.[1])

Wenn eine Klangquelle ausklingt, wie die angeschlagenen Claviersaiten bei aufgehobener Dämpfung, so treten meist nacheinander verschiedene Teiltöne relativ stärker hervor, was einen objectiven Grund haben muss.[2]) Ausserdem wird in solchen Fällen, wo durch die Aufmerksamkeit auf einen Oberton derselbe subjectiv verstärkt wird, mit der Ermüdung der Aufmerksamkeit zugleich die Verstärkung nachlassen, sodass nun andere Teiltöne relativ stärker werden. Es entstehen so Unterschiede in dem zu analysirenden Tonmaterial, ähnlich wie durch die Resonatoren, wenn auch nicht in demselben Grade.

Dahin gehören auch die Unterschiede je nach der Haltung des Kopfes und der Stellung des Körpers. Eine kleine Kopfwendung macht oft sofort einen Oberton hervorspringen. Die Ursache liegt offenbar in der complicirten Gestalt der

[1]) MERSENNE Cogitata physico-mathematica p. 355: perpetuam duodecimam in nostris choris resonare. SORGE sagt sogar (a. a. O. S. 13): „Man höre in einer grossen Kirche einem Prediger, der eine starke Stimme hat, genau zu, so wird sich allemal wenigstens die Octave und Quinte sachte mit hören lassen.“

[2]) Bei Claviersaiten scheinen die höheren Teiltöne nach und nach mehr hervorzutreten, jedoch nicht mit Regelmässigkeit. Es müssen hier verwickelte Bedingungen walten. Die Änderungen erfolgen merklich ruckweise. Bei Stimmgabeln findet ein solches discontinuirliches Hervortreten der Obertöne beim Ausschwingen niemals Statt. Dagegen bewirkt die langsamere Abschwächung der Obertöne gegenüber dem Grundton in diesem Falle jene continuirliche Änderung der Klangfarbe und jene scheinbare und zum Teil wirkliche Höhenänderung der Empfindung, von der I 242, 255 f. die Rede war.

Ohrmuschel (welche nur tiefen Tönen gegenüber einflusslos ist[1])), teilweise vielleicht auch in objectiven Klangverschiedenheiten an verschiedenen Stellen des Raumes. Auch Entfernung oder Näherung im Raum kann Gleiches bewirken.

Man kann auch durch Vergrösserung der Ohrmuschel mittelst der hohlen Hand leicht verschiedene Teiltöne verstärken.[2]) Resonatoren sind ja nichts Anderes als solche angesetzte Hohlräume. In beiden Fällen kommt es übrigens auch sehr auf die Stellung des Hohlraumes an. Wenn man einen Resonator nicht fest in das Ohr steckt sondern nur davor hält, so verstärkt er bei mehr oder minder schiefer Haltung Teiltöne, die bis zu einer Quinte auseinanderliegen können. So kann man z. B. b^1, c^2, d^2, e^2, also den 7. bis 10. Teilton von C successive durch Einen Resonator verstärken.[3])

---

[1]) Mach, A. f. O. IX 75. Mach definirt die Ohrmuschel als Resonator für höhere Töne, die ja auch (wie das Geräusch des Grases und der Blätter, das Knistern der Reiser) für die Tiere am wichtigsten seien. Beim Menschen sei ihr allerdings nur ein Rest dieser Function geblieben. Burnett (das. IX 127 Ref.) schreibt verschiedenen Teilen der Ohrmuschel verschiedene Resonanz zu: Helix und Fossa helicis für tiefe, Antihelix für mittlere, Concha für hohe Teiltöne. Drücke man das Ohr am äusseren Rande sanft vorwärts, so werde der Schall tiefer u. s. f. A. G. Brown (das. XIX 79) will beim Betupfen des Ohrrandes eine ganze Tonleiter mittlerer Region gehört haben.

[2]) Einmal, als eine Sängerin die Tonleiter von c^1 bis c^2 übte, unterhielt ich mich damit, ihren Gesang durch Decimen oder Octaven zu begleiten, indem ich auf die genannte Weise in meinem linken Ohr Obertöne zwischen g^2 und e^3 hervortreten liess, die bald als Decimen bald als Octaven oder Doppeloctaven zu den gesungenen Tönen passten.

[3]) Statt Resonatoren an's Ohr zu setzen, kann man sie auch mit der weiteren Öffnung an eine Schallquelle z. B. das obere Ende einer Zungenpfeife mit Schalltrichter halten, und dann ihre kleinere Öffnung (welche sonst in's Ohr gesteckt wird) abwechselnd mit dem Finger schliessen und öffnen. Auf diese Methode, Obertöne einer Mehrzahl von Menschen zugleich wahrnehmbar zu machen, hat mich Hr. Prof. Lommel aufmerksam gemacht.

Unter den Apparaten, welche durch eine Veränderung des Klangmaterials, durch relative Verstärkung von Obertönen, dieselben besser wahrnehmbar machen, empfehlen sich noch vorzüglich die Vocalröhren

Von hervorragendem Einfluss ist die Tonregion der zu hörenden Obertöne. Die Töne um c^4 herum, etwa eine Quinte nach oben und unten, sind besonders leicht zu hören. Noch mehr ist aber, für mein Ohr wenigstens, in Bezug auf das Heraushören von Obertönen die Gegend um c^2 bevorzugt. Teiltöne, welche in den Umkreis von etwa einer Terz nach beiden Seiten dieses Tons fallen, höre ich am deutlichsten und leichtesten von allen. Es scheint also zwei Maxima der subjectiven Tonstärke für Obertöne zu geben: die Gegend um c^2 und um c^4.[1])

Endlich bemerke ich hinsichtlich der Übung, dass kaum bei irgend einer anderen Erscheinung im Tongebiet ihr Eintritt, ihre rasche Steigerung, aber auch bei längerem Nichtgebrauch ihr Verlust und dann ihr doppelt rascher Wiedererwerb so auffallend ist, wie bei den Obertönen. Sie ist eine specielle für die einzelnen Regionen. Die für die Obertöne der zweigestrichenen Octave erlangte Übung überträgt sich nicht ohne Weiteres vollwirksam auf die viergestrichene und umgekehrt, wenn auch ein günstiger Einfluss vom einen auf den anderen Fall schon durch die leichtere Lenkung der Aufmerksamkeit vom Grundton aus nach der Richtung höherer Töne überhaupt gegeben ist.

Hienach möchte ich die angebliche Unfähigkeit Vieler, die Schwierigkeit des Heraushörens überhaupt, von der so oft gesprochen wird, grossenteils als eine blos augenblickliche, in dem Mangel an Übung gründende, betrachten.

---

nach Willis. Ein Zungenpfeifchen ist mit einem ausziehbaren Ansatzrohr verbunden. Der Klang wird beim Hineinschieben immer schärfer, und man bemerkt alsbald, dass immer höhere harmonische Obertöne hinzukommen, welche eben jene Verschärfung bewirken. So auffällig sind dieselben, dass ein $8^1/_2$jähriges Kind sie entdeckte („Es sind hohe Töne dabei"), ohne darauf aufmerksam gemacht zu sein. Es kommt hier der besondere Vorteil hinzu, welchen die Bewegung oder mässig rasche Aufeinanderfolge von Objecten für die Wahrnehmung derselben bietet; wovon unten § 23, 1, g) Näheres.

[1]) Vgl. I 370 über subjective Resonanz isolirter Töne, namentlich in der viergestrichenen Octave.

Wer sich unter Beachtung der obigen erleichternden Umstände darauf einübt, wird der Resonatoren (deren längerer Gebrauch das Ohr ausserordentlich angreift) kaum bedürfen. Er wird nunmehr nicht blos die Unterschiede zwischen den Instrumenten verschiedener Gattung entdecken, sondern auch die einzelnen Klänge jedes Instrumentes in Rücksicht ihrer Obertöne gar sehr verschieden finden. Beim Clavier sind kaum zwei neben einander liegende Klänge von genau gleicher Structur.

Hier wollen wir uns zuletzt der berühmten, schön geführten Controverse zwischen Ohm und Seebeck über das Hören der Obertöne erinnern.[1]) Auch darauf fällt, glaube ich, erst durch die Verschmelzungslehre das volle Licht.

Ohm hatte den Ton physikalisch als eine Sinusschwingung definirt. Seebeck wandte dagegen ein, dass hienach der Grundton in einem zusammengesetzten Klange verhältnismässig schwächer und die Beitöne stärker gehört werden müssten, als dies tatsächlich der Fall sei. Ohm, der sich auf scharfsinnige mathematische Erwägungen stützte, dabei aber zugab, dass er „mit dem Ohr in dieser Sache nichts tun könne, weil ihm die Natur ein musikalisches Gehör ganz und gar versagt habe“, dass er „beinahe wie ein Blinder von der Farbe rede“, hielt jene Behauptung über die geringe Stärke der Obertöne für eine „unwillkürliche Täuschung oder auch Verwöhnung des Gehörs, derart, dass es zum tiefsten Ton solche höhere Töne, welche zu ihm das Verhältnis eines Beitons haben, ganz oder teilweise herüberzieht und als ihm zugehörig ansieht, aber darum unwillkürlich ein falsches Urteil über die relative Stärke solcher Töne fällt“. Ohm wies auch auf die Mixturen hin, und veranlässte endlich einen Freund, der sich früher viel mit Musik abgegeben, an der Violine zu untersuchen, ob nicht auch bei zwei Haupttönen eine analoge Täuschung eintrete, „ob nicht, wenn er einen Ton sammt seiner Octave zugleich anstreiche und dann plötzlich den tieferen Ton weglasse, der übrigbleibende höhere Ton ihm stärker zu werden scheine.“ Dieser Freund brachte kurz darauf die Kunde,

[1]) Pogg. Ann. Bd. 53 (1841) S. 417. Bd. 59 (1843) S. 513. Bd. 60 (1843) S. 449. Bd. 62 (1844) S. 1. Bd. 63 (1844) S. 353. 368.

dass allerdings namentlich bei den tieferen Octaven und wenn man die beiden Töne zugleich fest und wiederholt anstreiche, eine solche Verstärkung des höheren Tons gut merklich werde, dass aber auch, was ihm besonders auffallend gewesen sei, der tiefere Ton eine recht fühlbare Schwächung erleide, wenn man unter den gleichen Bedingungen den Bogen plötzlich über der tieferen Saite allein wegstreichen lasse. Später berichtete derselbe, dass jene Erscheinung der Schwächung und Verstärkung nicht mehr oder mindestens lange nicht mehr in dem Grade bemerkbar sei, wenn man die beiden Töne absichtlich unrein greife.

Hienach würde, sagt SEEBECK in seiner Replik, die Annahme OHM's allgemeiner so lauten: „Töne, wenn auch in beträchtlicher Stärke vorhanden, werden stets als solche ganz oder fast ganz unhörbar, sobald ein Ton ihrer harmonischen Unterreihe hinzutritt; sie tragen aber zur Verstärkung dieses Untertons bei.“ SEEBECK lässt aber diese Annahme einer regelmässigen Gehörstäuschung überhaupt nicht gelten. „Wodurch kann über die Frage, was zu einem Ton gehört, entschieden werden als eben durch das Ohr? Auf jede andere Weise erkennen wir nur die Bewegung; das Ohr allein empfindet diese Bewegung als Ton, und was dasselbe stets zu einem Ton zieht, das gehört auch wirklich zu demselben, so wie das nicht Ton ist, was nicht als solcher empfunden wird.“ Der Versuch mit den Octaventönen scheine ihm nicht immer denselben Erfolg zu haben. Bei Saiten und Orgelpfeifen habe er weder die Verstärkung des tieferen, noch die Schwächung des höheren Tones mit einiger Deutlichkeit bemerken können, indem er immer „beide Töne noch zu kenntlich unterschied.“

Wir sehen hier den alten Zwiespalt der Pythagoreer und der Aristoxener, der Kanoniker und der Harmoniker, der sich durch die ganze Geschichte der Akustik und Musiktheorie und mutatis mutandis durch die der Empfindungstheorie überhaupt hindurchzieht. Die Einen gründen ihre Behauptungen über die Sinnesinhalte auf Rechnung oder „Vernunft“, die anderen auf Wahrnehmung. (PTOLEMAEUS erörtert ausführlich diese Gegensätze. In neuerer Zeit lagen sie auch dem Streit GOETHE's gegen NEWTON's Farbenlehre mit zu Grunde.) Über diese Standpuncte in ihrer All-

gemeinheit ist hier nicht der Ort weitläufiger zu werden. Einiges ist in § 2 gesagt (z. B. dass keineswegs Alles, was in den Empfindungen gegeben ist, wahrnehmbar sein muss), und später führen uns umfassendere Probleme (Entstehung der Leitern) darauf zurück. Aber in der Beschreibung der Wahrnehmungen selbst sind von beiden Forschern mehrere Umstände nicht hinreichend auseinandergehalten worden, deren Unterscheidung uns nun geläufig ist. Es ist vermengt 1) die im Verhältnis zur lebendigen Kraft der entsprechenden Sinusschwingungen zu geringe Stärke der Beitöne — welche aber keineswegs nur bei Tonverbindungen von einfachen Zahlenverhältnissen, wie es die der harmonischen Obertöne mit ihrem Grundton ist, sondern bei Verbindungen beliebiger Töne beobachtet werden kann —, 2) die Verschmelzung, welche speciell bei Tonverbindungen mit einfachen Zahlenverhältnissen, am meisten bei der Octave, hervortritt, 3) die Möglichkeit bez. Leichtigkeit der Analyse eines Zusammenklangs, welche zwar mit der Verschmelzung zusammenhängt, aber nicht allein von ihr abhängt (weshalb SEEBECK in gewissen Fällen Octaventöne „noch zu kenntlich unterschied", in anderen weniger).

HELMHOLTZ erklärt in den ersten Auflagen seines Werkes die Behauptungen SEEBECK's über das schwache Hervortreten der Teiltöne aus dem Princip des gewohnheitsmässigen Zusammenwahrnehmens und der Beziehung auf ein einheitliches Object. Aber dann würden sie eben doch auf Täuschung hinauslaufen, womit sich SEEBECK, „ein in akustischen Versuchen und Beobachtungen ausgezeichnet gewandter Forscher", wie ihn HELMHOLTZ nennt, kaum beruhigt haben würde. In der 4. Auflage erklärt HELMHOLTZ die Möglichkeit des Streites nur aus der allgemeinen Schwierigkeit der Analyse von Sinneswahrnehmungen, was gegenüber einem so geübten Beobachter wiederum nicht recht genügt. SEEBECK's Bemerkungen über das Verschmelzen des Obertons mit dem Grundton enthalten vielmehr tatsächliche Wahrheit. Und da OHM selbst diese Tatsache bei gleichstarken Tönen durch seinen musikalischen Freund bestätigt fand, so würden sich beide Forscher durch weitere Verfolgung derselben einander genähert haben. Ja auch HELMHOLTZ ist gerade bei Discussion dieses Streites und aus Anlass des

Ohm'schen Experimentes auf diese Erscheinung, die uns die Divergenz der Ansichten hauptsächlich begreifen hilft, gestossen, ohne sie freilich in gleicher Weise zu verwerten. Vgl. § 23, 2, b.

4. Specielles über Wahrnehmung von Combinationstönen.
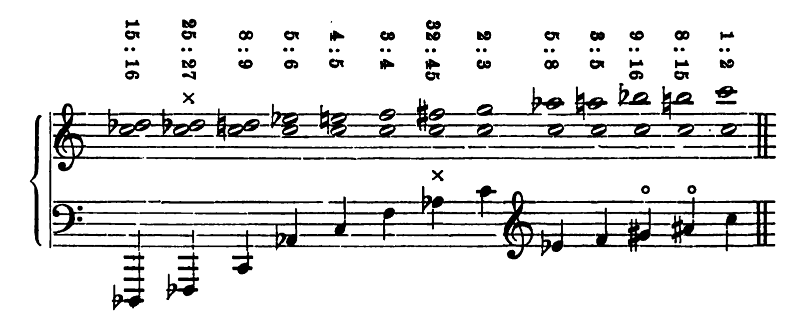
Combinationstöne entstehen bekanntlich durch das Zusammenwirken zweier verschiedener Tonwellen. Helmholtz unterscheidet Differenz- und Summationstöne, wovon die ersteren der Differenz, die letzteren der Summe der Schwingungszahlen der primären Töne entsprechen.

Die Differenztöne, die wir zuerst näher betrachten, erzeugen ihrerseits mit den primären Tönen oder auch unter sich neue Differenztöne. So z. B. wenn das Verhältnis der Primärtöne 4:5 ist, entsteht als Differenzton 1. Ordnung der Ton 1, als solche höherer Ordnung die Töne $4-1=3$ und $5-3$ (oder $3-1)=2$. Es ergänzt sich so immer vollständig die Reihe der einfachen Zahlen unterhalb der Verhältniszahl des höheren Primärtons; wenigstens der Rechnung nach[1]).

Betrachten wir zunächst die Differenztöne erster Ordnung. Dieselben liegen stets tiefer als die beiden Primärtöne, wenn diese innerhalb einer Octave liegen; ausserdem liegt der Differenzton zwischen den Primärtönen. Je kleiner ein Intervall innerhalb der Octave, um so tiefer liegt der Differenzton unter dem tieferen Primärton. Bei den kleinsten musikalischen

[1]) Vor Hällström dachte man sich den Combinationston, wenn das Verhältnis der Primärtöne durch zwei relative Primzahlen ausgedrückt wird, stets durch die Verhältniszahl 1 gegeben. Danach würde auch z. B. 3:5 nur diesen Ton geben. Hällström hat zuerst (in einer Dissertation 1819, dann Pogg. Ann. Bd. 24, 1832, S. 438 f.) die Regel aufgestellt, dass der erste Combinationston durch die Differenz der Schwingungszahlen (also seine Verhältniszahl durch die Differenz der Verhältniszahlen) der Primärtöne gegeben sei, dass es aber auch gleichzeitig noch andere Combinationstöne geben könne, die sich in obiger Weise durch fortgesetzte Subtractionen berechnen lassen, und er hat diese Regel durch ausgezeichnete Beobachtungen gestützt. Helmholtz legt dieselbe Ableitung für den Fall einfacher Primärklänge zu Grunde; bei zusammengesetzten Primärklängen leitet er aber die secundären Differenztöne hauptsächlich aus den Obertönen der Primärklänge ab. S. u.

Intervallen liegt er um 4—5 Octaven tiefer. Erweitern wir dann das Intervall durch Erhöhung des höheren Primärtones, so macht der Differenzton stets grössere Schritte als dieser[1]). Aber dieser Unterschied verringert sich, je mehr er sich den Primärtönen nähert. Folgende Tabelle macht dies anschaulich. Die ganzen Noten bedeuten die Primärtöne, die Viertelnoten die Differenztöne erster Ordnung. Die Zeichen × und ∘ über den Noten bedeuten eine äusserst geringe Erhöhung und Vertiefung, die durch die gebräuchlichen musikalischen Zeichen nicht auszudrücken ist.



Am Clavier sind diese Töne wegen des schnellen Verklingens der Primärtöne nicht sonderlich gut zu hören, besser an Pfeifen oder Geigen. Man wird aber auch bei Differenztönen eben so viele und verschiedene Umstände von Einfluss finden, wie bei den Obertönen.

---

[1]) In Folge Dessen bietet der Differenzton 1. Ordnung ein vorzügliches Mittel, um sehr feine Intervallunterschiede nicht blos begrifflich zu erläutern, sondern auch für das Gehör controlirbar zu machen; wie etwa den Unterschied der beiden Halbtonstufen 24:25 und 15:16. Den ersteren Schritt macht der obere Primärton beispielsweise in der *C*-Tonart von es^2 nach e^2, den zweiten von e^2 nach f^2. Der Differenzton zeigt diesen Unterschied dadurch an, dass er im ersten Fall um eine grosse Terz, im zweiten aber um eine Quarte in die Höhe geht. Derselbe Unterschied findet in umgekehrter Richtung Statt, wenn der obere Primärton von g^2 nach as^2 und a^2 weitergeht: hier reagirt der Differenzton immer noch durch den Unterschied einer kleinen Terz (c^1 — es^1) von einem Ganzton (es^1 — f^1).

Vor Allem sind gewisse Lagen des Differenztons bevorzugt. Die tiefsten unter den hier notirten hört man nicht leicht wegen zu grosser Schwäche. Gut treten die der grossen und eingestrichenen Octave hervor. Nimmt man die Primärtöne eine Octave höher, so treten auch die Differenztöne in der zweigestrichenen Octave gut hervor. Die zu nahe an dem unteren Primärton oder zwischen beiden Primärtönen liegenden sind schwer zu hören.

Ich finde, wie bei den Obertönen, einen Vorteil darin, die Aufmerksamkeit auf Ein Ohr zu concentriren, und vernehme dann tiefere Differenztöne in demselben localisirt, die ganz tiefen auch gelegentlich im Schädel. Die tieferen erscheinen zugleich brummend wegen der Schwebungen der Primärtöne, und gerade wenn man auf dieses Brummen achtet, welches mit dem Differenzton zugleich zu entstehen und zu wachsen scheint, wird der letztere besonders leicht wahrnehmbar[1]).

Ferner scheint mir bei den stärker verschmelzenden Intervallen der Grad ihrer Reinheit einen Unterschied zu machen. Wenn man die Quinte oder eine Terz nicht ganz rein angibt und dann der Reinheit nähert, scheint mir der Differenzton, während er sich in seiner Höhe erheblich verändert, zugleich bis zum Punct der Reinheit an Stärke zu wachsen. Am deutlichsten beobachtete ich dies bei Flötenpfeifen, welche sich durch ein am oberen Ende angebrachtes Stimmblättchen leicht verstimmen liessen. Während z. B. eine g^1-Pfeife constant tönte,

---

[1]) Schon Thomas Young verglich die Empfindung des Combinationstons mit dem des Summens im Ohre, und Vieth, ein guter Akustiker, stimmt dieser Bemerkung zu. Er möchte sogar diese Empfindung „ein Mittel zwischen Hören und Fühlen" nennen (Gilbert's Ann. Bd. 21, 1805, S. 308). Aberle (Täuschungen in der Wahrnehmung der Entfernung der Tonquellen, Diss. 1868) sagt zwar, der Combinationston scheine ihm in der Luft zu schweben, trennt aber doch ebenfalls seine Localisation von der der Primärtöne. Dvořak (Sitz.-Ber. d. Wiener Akad. 1874, S. 648 Anm.) localisirt ihn im Ohr. Preyer (Akust. Unt. 33, Anm.) gibt an, dass er beim Hören tiefster Combinationstöne ebenso wie bei starken Schwebungen das Gefühl von Bewegungen des Trommelfells neben dem akustischen Eindruck habe; was ich nur bestätigen kann.

verstimmte ich eine e^1-Pfeife langsam bis es^1 nach der einen und bis nahezu f^1 nach der anderen Seite. Das reine e^1 und es^1 gaben den stärksten Combinationston (C bez. Es); dazwischen war er, indem er selbst von C nach Es stetig überging, schwächer. Entsprechend wenn ich e^1 unverändert liess und g^1 bis gis^1 verstimmte, wobei der Combinationston von C nach E überging. Ähnliches, wenn auch weniger deutlich und nicht ausnahmslos, fand ich am Appunn'schen Obertonapparat und Tonmesser (frei schwingenden Zungen von scharfer Klangfarbe), mit welchen man sehr geringe, wenn auch nicht stetige, Änderungen von Schwingungsverhältnissen erzeugen kann. Die Ausnahmen dürften ihren Grund darin haben, dass nicht alle Zungen mit gleicher Stärke ansprechen, wodurch die Versuchsumstände alterirt werden.

Die Erscheinung selbst aber gründet meiner Meinung nach darin, dass bei Abweichungen von der Reinheit zahlreichere secundäre Combinationstöne auftreten müssen, auf welche sich die lebendige Kraft des Reizes verteilt. Wenn sie auch nur teilweise hörbar sind, können doch die der Rechnung entsprechenden Nervenerregungen als solche stattfinden und jede ihren Bruchteil der Reizstärke absorbiren. Die Primärtöne 3 und 2 geben den Differenzton 1 und weiter Nichts. Dagegen 31 und 20 geben 11, dann als Differenzton 2. Ordnung $20 - 11 = 9$. Man kann die Spaltung des vorherigen einzigen Combinationstons in diese zwei noch bemerken. Ausserdem ergibt die Rechnung weiter die nicht wol hörbaren Töne $31 - 9 = 22$, $11 - 9 = 2$, $31 - 2 = 29$, $20 - 2 = 18$ u. s. f. Unreine Consonanzen müssen ja durch grössere Verhältniszahlen ausgedrückt werden als reine, welche den kleinsten Zahlen entsprechen. Je grösser aber die Verhältniszahlen, um so zahlreicher die Differenztöne, da sich immer die Reihe der ganzen Zahlen unterhalb derselben erzeugt.

Dieser Zusammenhang der Reinheit von Consonanzen mit der Stärke der Combinationstöne, der für die Intervallenlehre von Bedeutung wird, ist von der Theorie noch kaum gewürdigt. Da die Tatsache selbst Zweifeln begegnen könnte, sei es gestattet, auch

hier alle übereinstimmenden gelegentlichen Aussagen früherer Beobachter, die ich finden konnte, anzuführen.

So sagt Chladni (Akustik § 186, in der 2. Aufl. S. 163): „Wenn man einen solchen tiefen Ton (Differenzton) gehörig vernehmen soll, so müssen die zwei Töne etwas anhaltend und ziemlich in gleicher Stärke angegeben werden, und entweder ganz rein sein oder nur wenig von der wahren Reinigkeit abweichen, es muss auch Alles umher still sein. Am vernehmlichsten ist es bei der grossen Terz.“ Ebenso Vieth (a. a. O. 277): „Die Finger müssen so lange ein wenig gerücket werden, bis die Terz in ihrer völligen Reinheit da ist.“ W. Weber (Pogg. Bd. 15, 1829, S. 219) weist ausdrücklich darauf hin, dass bei kleinen Abweichungen der Combinationston schwächer gehört werde (wobei er ihm nur irrtümlicherweise eine zunächst unveränderte und dann sprungweise veränderliche Höhe zuschreibt, so dass er z. B. beim Übergang der Primärtöne von der kleinen Terz $e^1 g^1$ zur grossen $es^1 g^1$ von C nach Es springen würde). Der gut musikalische Philosoph Krause behauptet sogar (Anfangsgründe der allgemeinen Theorie der Musik 1838, S. 52), dass man bei unreinen Intervallen die Combinationstöne gar nicht höre. De Morgan hat, wie Bosanquet berichtet (Philosoph. Magaz. 1881, XII 270 f.), Combinationstöne nur bei Consonanzen angenommen, was freilich ebenfalls zu weit geht. Sie können bei Dissonanzen eben so stark sein wie bei Consonanzen; nur bei verstimmten Consonanzen sind sie schwächer. Doch scheinen bei den drei letztgenannten Autoren ähnliche Beobachtungen wie die unsrigen zu Grunde zu liegen. Ebenso wenn Helmholtz (255) für die Wahrnehmung des Differenztones u. A. empfiehlt, zwei Klänge zu wählen, die ein rein gestimmtes harmonisches Intervall bilden.

G. Engel, welcher viele Übung für Combinationstöne menschlicher Stimmen besitzt, antwortete mir auf eine bezügliche Anfrage, dass seine bisherigen Erfahrungen ihn nichts Derartiges gelehrt hätten, liess aber die Möglichkeit einer Correctur bei genauerer ausdrücklicher Beobachtung offen. Ich glaube, dass sich die Bemerkung richtig erweisen wird, da mehrere Beobachter sie unabhängig von einander gemacht haben; ich selbst habe die erwähnten Aussagen erst nachträglich in der Litteratur aufgefunden.

Es ist wol auch nicht Zufall, dass Tartini, ein Geiger, die Differenztöne zuerst (1714) entdeckt und grosses Gewicht darauf gelegt hat. Man kann eben auf der Geige rein spielen, während bei Tasteninstrumenten wegen der temperirten Stimmung Reinheit nicht (oder bei der ungleichmässigen Temperatur nur in einzelnen Fällen) erzielt werden kann. Die Differenztöne wurden darum von Tartini geradezu zur Controle der Reinheit benutzt und seinen Schülern zur Beachtung empfohlen. Allerdings geben auch die mittleren Saiten der Geige, die zu Doppelgriffen am meisten gebraucht werden, gerade die gut hörbaren Differenztöne der grossen Octave. Auch wird beim Clavier und der Orgel schon die Aufmerksamkeit zu sehr durch die Menge der primären Töne (Accorde etc.) beschäftigt. Sorge, der die Differenztöne an der Orgel beobachtete, dürfte sie beim Stimmen wahrgenommen haben, wobei immer nur zwei Primärtöne gleichzeitig gegeben sind und die Aufmerksamkeit intensiv auf das rein Sinnliche der Erscheinung gerichtet wird (Vorgemach musik. Compos. 1745, S. 12—13: „Wenn man in einer Orgel eine Quinte, z. B. c^2 g^2, rein gestimmt, so wird sich das c^1 auch ganz gelinde mit hören lassen... Ja sogar zwei Flutes douces geben, wenn man c^2 und a^2 rein zusammen anbläset, noch den dritten Klang, nämlich ein *f*, welches zu probiren stehet“).

Durch den eben besprochenen Umstand wird der Nachteil ausgeglichen, in welchem sich der Differenzton eines reinen consonanten Intervalls für die Wahrnehmung dadurch befindet, dass er notwendig immer mit den Primärtönen stark verschmilzt, ja bei den consonanten Intervallen innerhalb der Octave stärker mit einem der Primärtöne, als die beiden Primärtöne unter sich (s. Quinten, Quarten, Terzen, Sexten in obigem Notenschema); was seine Intensität zwar ungeändert lässt, aber seine Wahrnehmbarkeit gleichwol beeinträchtigt.

Grosse absolute Stärke der Primärtöne ist zur Entstehung und Wahrnehmung von Differenztönen nicht unbedingt erforderlich. Zu Zeiten, wo ich viel darauf achtete, habe ich Differenztöne an der Violine, am Clavier, bei gedackten Pfeifen u. s. f. hundertfach auch in Fällen gehört, wo die Tongebung die schwächste war, die überhaupt hergestellt werden

konnte. Ja bei solchem Pianissimo traten die Differenztöne (z. B. bei $a^1 c^2$ auf der Violine das F) noch deutlicher hervor als bei stärkerem Primärklang. Sie waren dann natürlich nicht absolut stärker, schienen aber relativ stärker gegen den Primärklang und waren jedenfalls von vorzüglicher Deutlichkeit.

Es ist auch nicht notwendig, dass die Primärtöne gleiche Stärke untereinander besitzen. Man hört z. B. den Combinationston C der Flötenpfeifen e^1 und g^1 oder c^1 und e^1 besonders stark, wenn man das Ohr an die Öffnung einer der beiden Pfeifen hält; und zwar am stärksten bei der höheren Pfeife.

Einen Unterschied scheint die Klangfarbe der Primärtöne zu machen. Man hört die tiefen Differenztöne ausgezeichnet bei hellen, scharfen, dünnen Farben, wie bei Mundharmonika's und Kindertrompeten. Wahrscheinlich verstärken hier die Obertöne der Primärklänge durch ihre Differenzen unter einander und mit den Grundtönen den Differenzton.

Über den ausserordentlichen Einfluss der Übung, ebenso den der Tageszeit, ist Dasselbe zu sagen wie bei den Obertönen. Ist man gerade in der Übung, so treten Einem Combinationstöne fast unvermeidlich bei länger andauernden Zusammenklängen und besonders bei Terzen in mittlerer Lage entgegen. Aber die Übung schwindet auch sehr leicht. Sie ist auch eine verschiedene für Obertöne und für Differenztöne, und überträgt sich zwar teilweise, aber nicht vollständig vom einen auf den anderen Fall. Sie entsteht bei Differenztönen wol langsamer, wegen der gewohnheitsmässigen Richtung der Aufmerksamkeit nach der Höhe hin.

Andrerseits sind die Differenztöne gegenüber den Obertönen dadurch im Vorteil, dass tiefe Töne, wie es uns o. 228 schien, schon bei geringerer Empfindungsstärke durch hohe hindurchgehört werden als umgekehrt. Freilich haben sie auch immer die Concurrenz zweier stärkerer Töne zu bestehen.

Endlich sind veränderliche Zustände im Organ von Einfluss, indem sie die Stärke der Differenztöne erhöhen oder ver-

ringern[1]). Dies hängt mit der besonderen Bedeutung zusammen, welche namentlich das Trommelfell für die Bildung dieser Töne besitzt (s. u.).

Die Differenztöne höherer Ordnung, welche je nach dem Verhältnis der Primärtöne höher oder tiefer sein können als diejenigen erster Ordnung, sind keineswegs immer schwächer als diese. Im Gegenteil tritt derjenige Differenzton, welcher zunächst unterhalb der beiden Primärtöne liegt, in vielen Fällen unzweifelhaft am stärksten hervor, auch wenn er ein Differenzton zweiter Ordnung ist[2]). So höre ich bei beliebigen Doppelgriffen auf den zwei höchsten Violinsaiten fast ausnahmslos diesen Ton am stärksten mitklingen. Man könnte denselben statt als Differenzton des tieferen Primärtons mit dem ersten Differenzton auch auffassen als Differenzton des höheren Primärtons mit dem ersten Oberton des tieferen Primärtons, z. B. bei $4:5$ den Ton 3 statt als $4-(5-4)$ vielmehr als $4.2-5$, und die Erscheinung demgemäss aus der besonderen Stärke des ersten Obertons herleiten. Damit würde übereinstimmen, dass bei Flötenpfeifen und noch einfacheren Primärklängen die Differenztöne höherer Ordnung weniger stark sind als bei Zungeninstrumenten oder bei der Sirene[3]). Aber bei letzteren pflegt auch

---

[1]) Während eines geringen Tubenkatarrhes fiel mir beim Violinspiel die ungewöhnliche Mächtigkeit der Differenztöne selbst bei leisestmöglicher Tongebung auf. Ein anderes Mal fand ich bei erhöhter Reizbarkeit des rechten Ohres den Differenzton schwingender Zungen genau im Rhythmus des Pulses intermittirend. Zuweilen ist bei mir das rechte, zuweilen das linke Ohr von grösserer Empfindlichkeit für Differenztöne.

Es scheint sogar während einer Versuchsreihe die Disposition des Organes (nicht blos die Übung) erheblich zu wachsen.

[2]) Diese merkwürdige Tatsache ist schon von Hällström beobachtet (a. a. O. 463 f.).

[3]) Helmholtz hat dies zuerst mit Stimmgabeln auf Resonanzkästen festgestellt (Pogg. Ann. Bd. 99, S. 501 f.) und daraus die obige Erklärung für die secundären Differenztöne abgeleitet, nach welcher sie nicht eigentlich als Differenztöne zweiter Ordnung zu bezeichnen wären, da ja zu ihrer Ableitung der Differenzton erster Ordnung nicht notwendig wäre.

die Stärke der Tongebung überhaupt eine grössere zu sein. Und jedenfalls würde sich nicht gut begreifen, wie der Differenzton höherer Ordnung bei einer und derselben Klangquelle stärker werden müsste, als der erster Ordnung. Auch sollte man erwarten, dass der Differenzton des tieferen Primärtons mit dem ersten Oberton des höheren Primärtons ebenso stark auftrete, also in obigem Beispiel der Ton $5.2 - 4 = 6$; was nicht der Fall ist.

Es walten also hier sonderbar verwickelte Verhältnisse, die aber keinesfalls etwa nur mit der zufälligen oder willkürlichen Richtung der Aufmerksamkeit, sondern mit der Entstehungsweise der Combinationstöne und der Construction des Sinnesorgans zusammenhängen müssen [1]).

Der Einfluss der Verschmelzung zeigt sich aber auch hier wieder. Dass z. B. die Differenztöne 1 und 2 oft schwer auseinandergehalten oder verwechselt werden, begreift sich jedenfalls mit daraus. Hierüber sind die Beschreibungen R. König's lehrreich [2]). Beispielsweise bei der Quarte $c^2\,f^2$ (Stimmgabeln) schienen ihm beide Differenztöne 1 und 2 zu einem Klange zu verschmelzen, der bald wie f, bald wie f^1 zu klingen schien. Und so auch in anderen Fällen. Dass Tartini die Combinationstöne anfänglich [3]) um eine Octave „zu

---

Doch verwirft Helmholtz nicht unbedingt die ältere Ableitung, da er solche „mehrfache" Combinationstöne auch bei einfachen Primärklängen schwach vorfand.

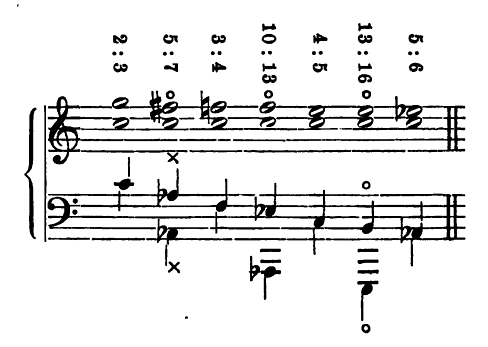
[1]) Ich gestehe, dass mir Preyer's abstracte Combinationen behufs Lösung dieser Fragen in seiner sonst verdienstlichen Untersuchung (Akust. Unt. 38 f.) nicht einleuchten. Ob der Versuch Bosanquet's (Phil. Mag. XI, 1881, p. 492 f.), die sg. Differenztöne höherer Ordnung ebenso direct wie die erster Ordnung aus der Verbindung der primären Schwingungen abzuleiten, gelungen ist, kann ich nicht entscheiden; aber die Intensitätsverhältnisse der wirklich gehörten Differenztöne sind je nach Umständen so wechselnd, dass eine mathematische Discussion der resultirenden Schwingungsformen ihnen allen sicher nicht gerecht werden kann.

[2]) in der vorzüglichen experimentellen Studie Pogg. Ann. Bd. 157 (1876) S. 177 f.

[3]) Trattato di musica 1754 p. 14 (bei den Terzen und Quarten).

hoch notirt hat" (wie man gewöhnlich sagt), beruht wahrscheinlich auch mit darauf.

Eine Behauptung HUGO RIEMANN's [1]) muss hier noch besonders erwähnt werden, obschon sie implicite bereits besprochen ist: danach träte an einem Harmonium (dessen Zungen entsprechend verstimmt werden) immer der Ton 1 auf, mag die Differenz der Verhältniszahlen sein welche sie will. Die Folge davon sei ein Springen des Combinationstones, wie dies ein Stück der RIEMANN'schen Tabelle (hier von *D* nach *C* transponirt und mit den oben gebrauchten Zeichen versehen) anschaulich macht.



Die nach oben geschwänzten Bassnoten sind die Combinationstöne, welche der Differenz der Schwingungszahlen der Primärtöne entsprechen (Differenztöne erster Ordnung). Die nach unten geschwänzten entsprechen der Verhältniszahl 1 und werden nach RIEMANN gehört. Bei den Intervallen, deren Verhältniszahlen nur um 1 differiren, fallen beide zusammen. Diesen Ton 1 nun will RIEMANN, da er immer der grösste gemeinsame Divisor der Primärtöne ist, als Divisionston, und in analoger Weise den ersten gemeinsamen Oberton als Multiplicationston bezeichnen. Beide Classen von Tönen besitzen nach der von RIEMANN befürworteten dualistischen Consonanztheorie ÖTTINGEN's eine ganz principielle Bedeutung.

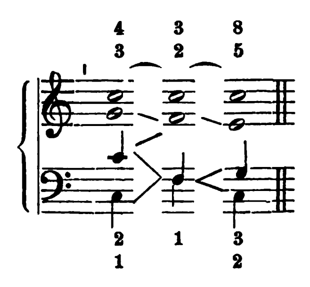
---

[1]) Die objective Existenz der Untertöne in der Schallwelle. 1875.

Freilich ist hier RIEMANN, ohne es zu wissen, nur in die ältere, schon von HÄLLSTRÖM widerlegte Anschauung zurückgefallen [1]). Wegen der theoretischen Wichtigkeit, die er der Sache beimisst, habe ich ihr aber genaueste Prüfung gewidmet und nach einigen anfänglichen Täuschungen schliesslich bei hinreichender Übung und Aufmerksamkeit die Veränderung eines Combinationstons bei stetiger Veränderung des primären Intervalles niemals anders als stetig gefunden. Mehrere Umstände können allerdings zuerst täuschen und haben ja selbst W. WEBER getäuscht. So die grössere Stärke bei reinen consonanten Intervallen. Ferner das Hinzutreten von Combinationstönen höherer Ordnung, welches oft sehr rasch von tiefster Tiefe herauf erfolgt, obschon auch hierin bei genauerem Hinhören Stetigkeit waltet. Dann die eben besprochene Octavenverschmelzung, und die Unregelmässigkeiten in der relativen Stärke der Combinationstöne verschiedener Ordnung.

Vielleicht hat sich RIEMANN auch zu sehr durch die Postulate der von ihm für richtig gehaltenen Consonanztheorie leiten lassen; ebenso wie dies gewiss der Fall ist in der sich anschliessenden Behauptung, dass, sobald wir die Sexte $g\,e^1$ im Mollsinne auffassen, mit einem Male der erste gemeinsame Oberton h^2 (Multiplicationston) scharf und schrillend in's Gehör falle, während man ihn nicht bemerke, solange man dieselbe Sexte im Dursinne auffasse [2]).

Ein Beispiel mag erläutern, wie auch Differenztöne verschiedener Ordnung stetig in einander übergehen.



[1]) S. o. 243. HÄLLSTRÖM richtet sich ausdrücklich S. 441 f. auch gegen das Springen des Tones, welches die Consequenz wäre.

[2]) Wenn RIEMANN S. 7 behauptet, dass auch nach HELMHOLTZ ein Springen beim Übergang von 4 : 5 nach 13 : 16 stattfinden müsse, indem

Die Ziffern bedeuten die Verhältniszahlen. Wenn man hier c^2 liegen lässt und g^1 stetig in f^1 und c^1 überführt, so kann man beobachten, wie 1) von c^1 (Differenzton 2. Ordnung) sich ein Ton stetig nach f (1. Ordnung) hinunterbewegt, welches bei der reinen Quinte eintritt — und diese Bewegung ist besonders deutlich —; wie 2) von c (1. Ordnung) aus ebenfalls eine Tonbewegung nach f stattfindet; wie endlich 3) von c^1 aus eine leise Tonbewegung sogar in der Richtung gegen den Primärton f^1 aufwärts geht. Dann spaltet sich wieder der Differenzton 1. Ordnung f und geht stetig einerseits nach g (1. Ordnung), andererseits nach c (2. Ordnung) über. Den Ton $C = 1$ (3. Ordnung) konnte ich in diesem Falle (an Flötenpfeifen) gerade nicht wahrnehmen, ebenso wie den Ton $c^1 = 4$ (4. Ordnung). Wäre C hörbar, so würde es, wie die Rechnung verlangt, als Endpunct einer vor Eintritt der reinen kleinen Sexte stetig von unten heraufkommenden sehr raschen Tonbewegung auftreten. Nirgends also Sprünge.

Endlich ein Wort über die sg. Summationstöne. Diese können, wie zuerst (1856) Röber, dann unabhängig G. Appunn, R. Fabri und Andere bemerkt haben, als Differenztöne des ersten Differenztons mit dem ersten Oberton des höheren Primärtons angesehen werden (z. B. der Ton 8 bei der Sexte 3:5 als 5.2—(5—3)). Sie sind, wie ebenfalls Appunn hervorhob[1]), nur auf Instrumenten mit scharfer Klangfarbe in tieferen Lagen zu hören, und immer sehr schwach. Müssten wir doch sonst bei dem Accord $c^1 e^1 g^1 c^2$, der durch die Zahlen 4:5:6:8 dargestellt ist, die Töne hören: 9, 10, 11, 12, 13, 14, das heisst d^2, e^2, $\overset{\circ}{fis}{}^2$, g^2, $\overset{\times}{as}{}^2$, $\overset{\circ}{ais}{}^2$. Was sollte daraus werden, wenn z. B. in der Zauberflöte die Priester den herrlichen dreifachen *B-dur*-Accord in die Hörner stossen? Was die obige Herleitung betrifft, so habe ich ebenfalls bei einer Reihe von Beobachtungen

---

der Differenzton von d nach $\overset{\circ}{Cis}$ springe, so beruht dies nur auf einem Rechenfehler: dem Tone 3 entspricht nicht $\overset{\circ}{Cis}$, sondern $\overset{\circ}{cis}$. In der Notentabelle ist dies ja von Riemann selbst ersichtlich gemacht (s. in unserer Transscription den Übergang von c nach H).

[1]) In dem o. 235 genannten Schriftchen.

am Harmonium, an der Sirene, an Zungen- und Flötenpfeifen gefunden, dass der Summationston um so stärker auftritt, je stärkere Obertöne vorhanden sind, am besten beim Harmonium, gar nicht bei Flötenpfeifen. Es ist daher sehr wahrscheinlich, dass jene Herleitung (welche sich analog auch auf die „Summationstöne höherer Ordnung“ ausdehnen lässt) zugleich die reale Entstehung des Tones trifft.

Hinsichtlich der Entstehung der Combinationstöne überhaupt wurde bekanntlich gegen die seit Lagrange und Young allgemein geltende Anschauung, wonach sie eine Folge der Schwebungen seien (deren Zahl ja ebenfalls durch die Differenz der schwebenden Töne gegeben ist), von Helmholtz eingewendet, dass dadurch der Summationston nicht erklärt würde, dass ferner die Combinationstöne unter Umständen objectiv existiren, unabhängig vom Ohr, welches die Schwebungen zu einem Ton gestalten soll, und dass drittens diese Ansicht sich nicht mit dem durch alle übrigen Erfahrungen bestätigten Gesetz vereinigen lasse, wonach das Ohr nur solche Töne empfindet, die pendelartigen Bewegungen der Luft entsprechen. Helmholtz hat dann mathematisch gezeigt, dass, wenn ein elastischer Körper von zwei primären Tönen so heftig in Schwingungen versetzt wird, dass diese nicht mehr als unendlich klein gelten können, neue Töne von der Höhe der Differenz- und Summationstöne entstehen müssen.

Der erste Grund gegen die frühere Annahme verliert jedoch durch das oben Erwähnte seine Kraft. Was den zweiten betrifft, so ist die Verstärkung von Combinationstönen durch Resonatoren, welche Helmholtz (und ebenso Appunn) für manche Fälle behauptete, von anderen Beobachtern, auch von mir, niemals wahrgenommen worden. Überdies gilt der Grund nur gegen solche Fassungen der älteren Lehre, welche die Combinationstöne ausschliesslich im Gehirn oder durch einen rein psychischen Act entstehen liessen[1]. In diesem Sinne „subjectiv“ können sie allerdings

[1] So liess noch z. B. Lotze in der Med. Psych. 231 die „subjectiven Tartini'schen Töne“ nicht wie andere subjective Empfindungen durch einen Nervenprocess entstehen, sondern durch „Oscillationen einer psy-

eben so wenig sein wie die Schwebungen. Im Übrigen aber ist nicht einzusehen, warum sie nicht ebenso wie diese sich auch an objectiv schwingenden Körpern zeigen sollten, d. h. warum nicht elastische Körper von entsprechender Schwingungszahl in Mitschwingung geraten sollten. Gerade der Umstand, dass dies bis jetzt nicht unbestritten beobachtet ist[1]), bildet eine Schwierigkeit, die für beide Theorien nur dadurch zu lösen sein wird, dass die objectiven Combinationsschwingungen äusserst schwach sein und dass gerade das menschliche Trommelfell besonders günstige Bedingungen für ihre Entstehung darbieten muss. HELMHOLTZ selbst betont in dieser Beziehung dessen Asymmetrie; und nach neueren Angaben hören Patienten ohne Trommelfell keine Combinationstöne[2]).

HELMHOLTZ' drittem Argument haben KÖNIG und DENNERT entgegengehalten, dass tatsächlich auch durch intermittirende Reizung

---

chischen Erregung in der Seele", indem „zwei Tonempfindungen eine dritte erzeugten, ohne selbst in ihr zu Grunde zu gehen". Das wäre freilich, wie er sagt, ein interessantes Beispiel.

In der Abhandlung Pogg. Ann. Bd. 99 S. 537 nennt HELMHOLTZ die Combinationstöne zunächst auch nur in dem Sinne objectiv, als sie „nicht notwendig in der Empfindungsweise des Hörnerven", sondern in „wirklichen Schwingungen des Trommelfells und der Gehörknöchelchen" gründen.

[1]) Noch neuestens hat MAX WIEN (Wied. Ann. Bd. 36, 1889, S. 853) durch sehr feine Methoden der objectiven Tonstärkemessung Nichts davon constatiren können.

[2]) PREYER, Verhandlungen der Berliner physikal. Gesellsch. 1889, No. 3. WIED. Ann. XXXVIII 131. Anders hingegen DENNERT, A. f. O. XXIV 173.

Man kann auch hinweisen auf das deutliche Gefühl von der Erregung des Trommelfells bei Combinationstönen und die entschiedene Localisation der tieferen im Ohr, ferner auf den von DOVE zuerst bemerkten Umstand, dass bei Verteilung zweier Gabeln an beide Ohren kein Combinationston erscheint. Ich habe die Resonanzkästen zweier so stark als möglich gestrichener consonanten Gabeln der eingestrichenen Octave dicht an die Ohren gehalten, konnte aber bei grösster Aufmerksamkeit niemals den Combinationston entdecken; während er an Einem Ohr sofort stark da war. Nicht einmal beim Andrücken der Füsse schwingender Gabeln an den umgeklappten Tragus kann ich bei solcher Verteilung der Töne Combinationstöne erzielen. Es muss also, wenn sie entstehen sollen, ein und dasselbe Trommelfell durch zwei Primärtöne von aussen her erregt werden.

des Ohres, also nichtpendelförmige Bewegungen, ein der Zahl der Stösse entsprechender Ton erzeugt wird.

Helmholtz' eigene Erklärung der Combinationstöne endlich scheint, wenn sie den ausschliesslichen Grund enthalten soll, nicht damit übereinzustimmen, dass man Combinationstöne oft auch bei minimaler Stärke der Primärtöne wahrnimmt (s. o.).

Dennoch glaube ich, dass die neuere Theorie Richtiges und die ältere Unrichtiges enthält. Man wird nicht sagen dürfen, dass die Combinationstöne aus oder durch Schwebungen entstehen. Die schwebenden Fasern sind ja ganz andere als die, welche die Combinationstöne liefern; jene liegen zwischen den Fasern für die Primärtöne. Aber beiden Erscheinungen ist gemeinsam, dass sie durch eine Einwirkung nichtpendelförmiger (wenn auch periodischer) Schwingungen, durch die Wirkung der Gesammtwelle als solcher entstehen. Dies ist natürlich nur möglich, wenn die lebendige Kraft der Schwingung sich teilt: der Hauptteil wird durch die pendelförmige Mitschwingung der Fasern für die Primärtöne auf diese Fasern übergeleitet, ein Bruchteil aber wirkt als nichtpendelförmige Bewegung auf die zwischenliegenden Fasern, wo er sich hauptsächlich durch Intensitätsschwankungen der Primärtöne kundgibt, ein weiterer Bruchteil endlich wirkt auf tiefergestimmte Fasern, deren Eigenschwingung der Anzahl der Schwingungsmaxima der Gesammtwelle entspricht.

Es ist nicht notwendig, hier näher auf diese physiologische Frage einzugehen, da es sich nicht wie in § 18 um die Durchführbarkeit psychologischer Postulate und allgemeiner psychophysischer Principien handelt. Die Combinationstöne kommen für uns (s. Vorrede zum I. Band) wesentlich nur als schwache gleichzeitige Töne in Betracht, und ihre Entstehung nur insoweit, als sie mit der Beschreibung der Erscheinung selbst und der Bedingungen, unter denen sie wahrgenommen wird, zusammenhängt.

5. Gibt es einfache Töne?

Die Frage stellen wir hier natürlich nicht in Bezug auf objective Klänge (Schwingungen), sondern bezüglich der Empfindungen, welche bei objectiv zusammengesetzten Klängen immer-

hin einfach, bei einfachen zusammengesetzt sein könnten, ja nach gewissen Theorien stets einfach, nach anderen stets zusammengesetzt sein müssen. Das „Muss" in ersterer Hinsicht besteht für uns nach § 17 nicht mehr; in der zweiten Hinsicht bleibt es nun noch zu überlegen.

Es ist hier wieder zu unterscheiden Wahrnehmung und Empfindung. Zunächst fragt es sich, ob es Klänge gibt, in welchen das geübteste Ohr bei höchster Aufmerksamkeit und überhaupt günstigsten Umständen Teiltöne nicht mehr zu erkennen vermag. Diese Klänge wären dann einfach wenigstens für die Wahrnehmung, einerlei ob noch Empfindungsteile darin sind; und zwar für jede mögliche normale Wahrnehmung (abgesehen also von etwaigen pathologischen Hyperaesthesien), soweit sich bisher menschliches Gehör entwickelt hat.

Solche Klänge gibt es gewiss. Beispielsweise die Töne ganz schwach erklingender auf Resonanzkästen befestigter Stimmgabeln oder schwach angeblasener Flaschen, ferner die subjectiven Töne, welche aus inneren Ursachen oft vorübergehend oder länger dauernd auftreten; weiter die herausgehörten Teiltöne und Combinationstöne; endlich die höchsten wahrnehmbaren Töne in der 5- bis 8gestrichenen Octave. In allen diesen Fällen bemerken wir denn auch keinerlei Unterschiede in der Klangfarbe bei Klängen gleicher Höhe; es macht keinen Unterschied, von welchem Instrument, auf welche Weise ein solcher Klang erzeugt wird.

Schwieriger ist die Frage zu beantworten, ob diese Klänge auch wirklich als Empfindungen ganz einfach sind, oder ob nicht hier eine der unüberwindlichen Täuschungen stattfindet, deren Möglichkeit unter besonderen Umständen zugegeben werden muss.

Wenn wir allen Hypothesen in dieser Richtung Glauben schenken wollen, so wäre ein scheinbar einfachster Ton immer noch

1) von schwächsten Obertönen objectiven Ursprungs,
2) von subjectiven Obertönen (J. J. Müller),

3) von Untertönen (H. Riemann) begleitet. Er bestände ferner
4) aus den vielen verschiedenen Tonempfindungen der durch eine einfache Schwingung zusammen erregten benachbarten Fasern (Hostinsky), sowie
5) aus den beiden Elementen der Höhe und Tiefe, „Dumpf und Hell“ (Mach). Eventuell würde sogar jede der vielen Tonempfindungen aus diesen zwei Elementen zusammengesetzt sein. Endlich
6) würde jeder Ton eine Anzahl von „Zusatzempfindungen“ mit sich führen, die uns zum Erkennen der Intervalle dienen (Mach).

Zu diesen Elementen von tonalem Charakter kämen dann noch Mitempfindungen heterogener Qualität, nämlich eine Empfindung (etwa Innervationsempfindung), welche dem Ton seinen Platz im „Tonraum“ anweist (Mach), und eine Empfindung, welche seine Localisirung im gewöhnlichen Raum (im Ohr, Schädel oder einem objectiven Gegenstand) zur Folge hat. Doch dürfen wir von letzteren beiden Empfindungsclassen an dieser Stelle absehen, da es sich uns hier nur um tonale Componenten handelt, ebenso von den „Zusatzempfindungen“, die uns als eine speciell für die Intervallurteile aufgestellte Hypothese erst im nächsten Abschnitt beschäftigen werden.[1])

Man sieht, dass zur Bebauung unseres Gebietes gewaltige Anleihen aufgenommen worden sind, und darf wol verlangen, dass ihre Notwendigkeit bewiesen und dass es auch einigermassen glaublich gemacht werde, warum wir denn von allen diesen Teilempfindungen so gar Nichts bemerken können.

Zu 1). „Obertöne, könnte Einer sagen, sind schon objectiv nicht gänzlich zu beseitigen. Man hat sie, nachdem sie einmal entdeckt waren, mit immer feineren Mitteln immer allgemeiner nachgewiesen, und so ist zu schliessen, dass in den wenigen Fällen, wo sie bis jetzt sich der Nachweisung entziehen, nur

[1]) Ein Bedenken dagegen habe ich vorläufig in der Deutschen Litteraturzeitung 1886 No. 27 in Kürze ausgesprochen.

die begrenzte Empfindlichkeit der Reagentien Schuld ist. Wenn speciell bei starken Gabelklängen Obertöne noch entschieden nachweisbar sind, so werden sie bei schwachen nur eben schwächer vorhanden sein. Und so auch in der Empfindung."

Aber an diesem „so auch" bleibt der Beweis hängen. Die Nerven sind ein Reagens von begrenzter Empfindlichkeit, und wer weiss, ob die Teilschwingungen bei jeder Reizstärke stark genug sind, um sich im Nervensystem geltend zu machen?

Überdies fällt ja die Notwendigkeit solcher Beitöne von vornherein weg bei denjenigen der obenerwähnten Classen von Klängen, die keinen (oder keinen selbständigen) objectiven Ursprung haben.

Zu 2). Auf das Dasein subjectiver Obertöne, d. h. solcher, die durch eine objectiv einfache Schwingung im Ohr entständen, schloss zuerst J. J. Müller[1]) aus Schwebungen, welche zwei Gabeln miteinander machen und deren Zahl nicht der Differenz der objectiven Gabelschwingungen entspricht. Wenn er z. B. zwei c^1-Gabeln so verstimmte, dass sie in 1,5 Secunde einen Stoss gaben, so hörte er ausser diesem noch einen Rhythmus von zwei Stössen in der Secunde, den er von den objectiv vorhandenen ersten Obertönen (Octaven) der beiden Grundtöne ableitete, aber auch einen von drei Stössen, der ihm nicht aus objectiv vorhandenen Duodecimen ableitbar schien, da er solche durch den Resonator nicht verstärkt fand.

Aber es ist die Frage, ob schwache objective Obertöne immer durch Resonatoren verstärkt werden. Müller hätte noch empfindlichere Mittel anwenden müssen, etwa Hilfsgabeln von der Höhe des fraglichen Obertons, durch welches Mittel ja Preyer die Duodecime selbst bei schwachem Anstreichen der Hauptgabel regelmässig constatiren konnte.[2])

---

[1]) Über Tonempfindungen. Ber. d. sächs. Ges. d. Wiss. 1871.

[2]) Scheibler hatte die von ihm bereits beobachteten multiplen Schwebungen aus dem Conflicte zweier Combinationstöne höherer Ordnung hergeleitet. Z. B. bei der unreinen Quinte ($2n$ mit $3n + \delta$) sollen die Schwebungen durch die Differenztöne 2. Ordnung $n + \delta$ und $2(2n) - (3n + \delta) = n - \delta$ erzeugt sein. Ihre Zahl muss ja dann in der

Man könnte nun rein deductiv schliessen, dass subjective Obertöne immer da sein müssen, weil selbst durch eine einfache Tonschwingung ausser dem direct auf den Ton abgestimmten Teilchen der Grundmembran auch das 2mal, 3mal u. s. f. schneller schwingende Teilchen in Mitschwingung geraten müsse. (Wundt[3] I 421.)

Indessen, wenn dies auch ganz allgemein richtig wäre, so erfolgt doch das An- und Abklingen der Teilchen nicht gleich schnell, und so können wol Fälle vorkommen, wo erst (oder nur noch) ein einziger einfacher Ton, wenn auch nur kurze Zeit, erklingt. Auch werden, wenn der Grundton in höhere Regionen rückt, die 2- und 3mal schneller schwingenden Teilchen immer schwerer erregbar, und zuletzt, wenn der Grundton in die höchste Region eingerückt ist, gibt es überhaupt kein zweimal so schnell schwingendes Teilchen mehr. Ferner: wenn der Ton sehr schwach angegeben wird, wie bei sanft angeblasenen Flaschen, wird die Erregung der Teilchen, die sonst nach der Deduction subjective Obertöne gäben, nicht immer stark genug sein, um auch nur die Empfindungsschwelle zu überschreiten. In einem solchen Fall wird dann also der Klang physikalisch einfach, physiologisch zusammengesetzt, psychologisch (bez. central-physiologisch) wieder einfach sein. Subjective Obertöne wären also, wenn das Princip der Deduction auch sonst uneingeschränkt richtig wäre, gleichwol nicht unbedingt und in allen Fällen zu erwarten.

Aber das Princip ist nicht einmal allgemein richtig. Durch eine einfache Schwingung werden nur dann in einem elastischen

---

Tat $= 2\delta$ sein. Aber Müller konnte den Combinationston n, auf welchem hienach die Schwebungen stattfinden müssten, nicht durch den Resonator verstärkt finden, und war überdies der Meinung, dass Combinationstöne höherer Ordnung nur durch Obertöne erzeugt werden können. Dagegen müssen wir nun wieder einwenden, dass Combinationstöne sehr wol vorhanden sein können, ohne durch Resonatoren verstärkt zu werden, und dass selbst die Unmöglichkeit der Erzeugung von Differenztönen höherer Ordnung durch einfache Töne keineswegs nachgewiesen ist. (Vgl. Bosanquet o. 251 Anm.).



Körper ausser der gleichen einfachen Schwingung noch Multipla derselben erzeugt, wenn jene eine gewisse Stärke überschreitet [1]); weshalb HELMHOLTZ (263—64) auch nur schliesst, dass jeder starke einfache Ton von schwachen harmonischen Obertönen im Ohre begleitet sein muss.

Und selbst dieser Schluss scheint mir nicht ganz zwingend. Die mitschwingenden Teilchen im Ohr sind elastische Körper besonderer Construction, und leicht können in ihrem Bau Hindernisse für die Bildung multipler Schwingungen gegeben sein, wie HELMHOLTZ selbst dergleichen für die nachher zu erwähnenden Untertöne annimmt. Darum kann hier wie dort nur durch directe Beobachtung der bezüglichen Teiltöne oder wenigstens durch Versuche, die keine andere Deutung zulassen, der Beweis ihrer wirklichen Existenz geliefert werden.

Hiezu wäre vor Allem nötig, starke einfache Töne objectiv herzustellen. Nach fast allgemeiner Erfahrung (nur R. KÖNIG widerspricht) ist jeder einigermassen starke Ton schon von Obertönen objectiven Ursprungs begleitet. Gelänge es, die verlangte Voraussetzung zu erfüllen, dann hätten wir allerdings, glaube ich, ein experimentum crucis. Es läge dann ein Fall vor, wo man verlangen könnte, dass subjective Obertöne, wenn sie überhaupt vorhanden sind, auch durch Aufmerksamkeit wahrgenommen werden könnten — was man ja nicht immer und überall verlangen kann. Welches Hindernis sollte entgegenstehen, das nicht ebenso bei schwachen Obertönen objectiven Ursprungs entgegenstünde? Wenn wir also solche durch concentrirte Aufmerksamkeit sogar neben starken Grundtönen heraushören können, so müsste dies hier ebenfalls möglich sein (zumal wenn wir noch die verstärkende Kraft der Aufmerksamkeit bedenken, von der in § 22 näher die Rede sein wird).

---

[1]) Hiemit könnte es zusammenhängen, dass RITZ bei seinen schönen „Untersuchungen über die Zusammensetzung der Klänge der Streichinstrumente" niemals durch einen Flageoletton einen Oberton desselben auf einer anderen Saite zum Mitklingen bringen konnte (S. 66); eine Erscheinung, die sonst auffallen könnte. RITZ betont, dass er bei seinen Untersuchungen nicht stark streichen durfte (69). — Zu obiger Frage auch R. KÖNIG, WIED. Ann. XI 857.

Der Beweis für die Allgemeinheit und Notwendigkeit von Obertönen in der Empfindung ist also nicht erbracht. Im Gegenteil, wenn man die vorstehenden Erwägungen consequent durchdenkt, wird man finden, dass sie positiv das Vorkommen auch subjectiv obertonfreier Töne beweisen. Wenn schwächer werdende Reize zuletzt unter die Empfindungsschwelle sinken und die Teiltöne ungleich schnell abklingen, so muss bei einer ausschwingenden Gabel ein Teilton, sei es der Grundton oder irgend ein Oberton, zuletzt allein übrig bleiben, bis auch er verschwindet. Da ferner auch das subjective Abklingen nicht gleichmässig erfolgt, so gilt dasselbe für etwaige subjective Obertöne. Speciell für die höchsten Töne folgt ebenfalls, dass sie nicht blos obertonfrei sein können sondern müssen.

Vielleicht wendet Einer gegen die ersten Folgerungen noch ein, dass sehr schwache einfache Töne für sich allein vielleicht überhaupt nicht empfindbar seien und die nötige Empfindungsstärke erst durch die Mitwirkung der Obertöne erlangten. Aber Töne verschiedener Höhe verstärken sich ja nicht gegenseitig in der Empfindung, sondern schwächen sich vielmehr (§ 26).

Ich meine sogar, dass nicht nur in den besonderen Fällen, von denen wir soeben sprachen, sondern in allen jenen Classen von Fällen, die wir oben als Beispiele einfacher Töne für die Wahrnehmung aufführten, auch die Empfindung nur einfache Töne enthält. Selbst wenn wir in solchen Fällen Obertöne noch objectiv durch gewisse indirecte Methoden nachweisen können, selbst dann halte ich es, vorausgesetzt dass die Töne nur schwach gegeben und die sonstigen Vorsichten beobachtet werden, für sehr wahrscheinlich, dass der etwaige minimale Beisatz von objectiven Obertönen auf dem Wege bis zum inneren Ohre aufgerieben wird.

Jedenfalls, wenn auch eine Spur von Obertönen in solchen Fällen noch der Empfindung beigemischt sein sollte, so wäre es eben nichts als eine Spur, und könnte darum auch keinen nennenswerten Einfluss auf weitere Eigentümlichkeiten des Klanges (Klangfarbe) und seiner psychischen Verarbeitung (Con-

sonanz- und Intervallurteil, Harmoniegefühl u. s. f.) ausüben. Ich sage dies, weil sich an die Behauptung, es gäbe keine absolut obertonfreien Klänge, hauptsächlich solche Theoretiker anklammern, welche Alles und Jedes im Tongebiet auf Obertöne zurückführen und daher in dem allgemeinen und notwendigen Vorhandensein derselben eine Lebensfrage der Theorie erblicken. Solche mögen bedenken, dass gerade HELMHOLTZ, auf dessen Grundlegung sie bauen, durchaus unbefangen einfache Töne in viel weiterem Umfang einräumt, als wir dies hier zu tun gewagt haben. Er sagte sich eben, dass mit minimalen und dazu blos hypothetischen Spuren der Theorie doch nicht geholfen wäre, und suchte andere Auswege.

Zu 3). Wenn wir einfache Töne nach dem Vorangehenden zu statuiren uns berechtigt halten, so sind darunter nur eben obertonfreie Töne gemeint. Nun ist aber von HELMHOLTZ die Möglichkeit und von HUGO RIEMANN auch das wirkliche Dasein von Untertönen behauptet worden.

HELMHOLTZ kommt in seiner Berechnung der Schwingungen der Grundmembran (Beilage XI seines Werkes, am Schluss) zu der Folgerung, dass, wenn diese Membran von durchaus gleichmässiger Structur wäre, jede Erregung eines Querfaserbündels durch den betreffenden Grundton auch begleitet sein müsste von schwächeren Erregungen der ungeraden harmonischen Untertöne, deren Intensität allerdings mit den Factoren $1/9$, $1/25$, allgemein $1/m^2$ multiplicirt sein würde (wenn m die Ordnungszahl ist). Davon, fügte er bei, sei im Ohr nichts zu bemerken; doch dürfe man dies nicht notwendig als Einwand gegen seine Theorie betrachten, da wahrscheinlich durch die Anhangsgebilde der Grundmembran die Bildung solcher Schwingungen (mit Knotenlinien) sehr erschwert sei.

HUGO RIEMANN hat diese Bemerkung zu der Hypothese erweitert, wonach jeder Ton stets von allen harmonischen Untertönen begleitet wäre (z. B. c^2 von c^1, *f*, *c*, *As*, *F*, $\overset{\times}{D}$, *C*), wenn sie auch mit fortschreitender Ordnungszahl immer schwächer würden. Die Untertöne wären das genaue Spiegelbild der harmonischen Obertöne ($1/2$, $1/3$, $1/4$, $1/5$ u. s. f. von der Schwingungs-

zahl des Primärtones). Aber während die Obertöne keineswegs immer alle zugleich da sind, sondern bald dieser bald jener, zuweilen auch keiner, wären die Untertöne stets vollzählig und in gleichem Stärkeverhältnis vorhanden; da sie eben nicht von den wechselnden Bedingungen objectiver Klangerzeugung, sondern von der constanten und gleichmässigen Einrichtung des Gehörorgans abhängig wären. Diese Hypothese benutzte RIEMANN[1]) zur Neubegründung der dualistischen Verwandtschaftslehre, wie sie ÖTTINGEN gegenüber HELMHOLTZ vertreten hatte. Später glaubte er auch die objective Existenz von Untertönen, d. h. das totale Mitschwingen eines tiefer gestimmten elastischen Körpers bei primärer Erregung eines entsprechend höher gestimmten, experimentell nachweisen und in solchem Fall die Untertöne auch wirklich wahrnehmen zu können. „Ich mache die eigentümliche Erfahrung,“ sagt er[2]), „dass ich auf dem Pianoforte bei Angabe eines g^1, welches ich sofort nach starkem Anschlag dämpfe, schwach aber deutlich, freilich sehr schnell verschwindend, *c* höre, von welchem Tone ich durch Herabdrücken der Taste den Dämpfer gehoben habe.“

Machen wir uns zuerst klar, was eigentlich dieser Versuch beweisen kann. Gewiss nicht das allgemeine und notwendige Vorhandensein objectiver Untertöne, da ja nicht für jeden Ton ein entsprechend tiefer gestimmter mitschwingender Körper in der Nähe ist. Ebensowenig die subjective Erregung von Untertönen durch eine objectiv einfache Luftschwingung, da ja gerade auf das objective Vorhandensein des Untertons Nachdruck gelegt wird. Der Wert des Versuchs für unsre Frage könnte nur etwa darin gesucht werden, dass ein Fall aufgezeigt wäre, wo ein tiefer gestimmter elastischer Körper bei primärer Erregung eines höher gestimmten in totale Schwingungen gerät. Wenn dies draussen stattfindet, so könnte man schliessen, dass es auch im Ohre so sein wird. Also eine objective Analogie wäre gefunden, durch welche die allgemeine und notwendige

---

[1]) Über das musikalische Hören. Göttinger Dissert. v. J. 1873, gedr. 1874. Im Buchhandel unter dem Titel „Musikalische Logik“ 1874.

[2]) Musikalische Syntaxis (1877) 6 und 121.

Entstehung von Untertönen im Ohre gestützt, wenn auch nicht bewiesen würde.

Allein die Theorie verlangt ja für diesen Zweck gar nicht ein totales Mitschwingen, ihr genügt schon ein partielles Mitschwingen tiefergestimmter Teilchen der Grundmembran (Bildung von Knotenpuncten), für welches die physischen Analogien ohnedies längst bekannt sind. Wenn nur überhaupt eine bestimmte Faser hinreichend stark in Erregung kommt, einerlei in welcher Weise, total oder partiell, so genügt dies nach dem Princip der specifischen Energien zur Empfindung des ihr ein für allemal eigentümlichen Tones; wie dies Riemann selbst in seiner ersten Schrift hervorhebt. Ich kann also nicht einsehen, in welcher Beziehung obiger Versuch, wenn er zutrifft, beweisend oder auch nur nützlich für die Untertonlehre sein soll.

Tatsächlich nun trifft er nach meiner Beobachtung zu. Aber die Ursache ist eine andere: nicht die Mitschwingung dieses speciellen Tons speciell auf seine höhere Duodecime, sondern die allgemeine Erschütterung des Instrumentes. Man hört ein Geräusch, in welchem aber natürlicherweise *c* hervortritt, da der Dämpfer nur für diesen Ton aufgehoben ist. Hebt man ihn für *e* oder *f* oder *a* auf, so hört man diese Töne, zum Teil sogar deren Obertöne. Ebenso verhält es sich bei jedem anderen Geräusch, z. B. wenn man auf den Deckel des Instrumentes klopft. Auch dann hört man den Ton der nicht gedämpften Saite oder einen ihrer Obertöne.

Resonatoren sollen nach Riemann ebenfalls auf einen Hauptton mitklingen, der ihren Eigenton als Unterton enthält. Hier scheint es sich ähnlich zu verhalten. Nicht blos durch einen Oberton ihres Eigentons, sondern durch alle starken Töne werden Resonatoren etwas erregt, und zwar, soviel ich höre, ganz flüchtig zu Beginn des erregenden Tons und nach Aufhören desselben.[1])

[1]) Resonatoren und ähnliche Apparate klingen überhaupt merklich nach. Wenn man eine nicht zu kleine Flasche (halbe oder ganze Weinflasche) anbläst und sofort an's Ohr hält, hört man den Ton nachklingen. Lässt man sie nach dem Anblasen vor dem Munde, so ist der Ton sofort erloschen; das Nachklingen dringt nicht bis zum Ohr.

An Stimmgabeln fand PREYER, dass man durch höhere Gabeln tiefere nicht zum Mitschwingen bringen kann, auch wenn diese im Verhältnis von Untertönen zu jenen stehen [1]. Und Stimmgabeln auf Resonanzkästen, wie er sie benützte, nennt er nicht mit Unrecht „beispiellos empfindlich“.

An der Violine finde ich Folgendes. Ich setze ein Papierreiterchen, wie es öfter zum Nachweise der Knotenpuncte einer schwingenden Saite benutzt wird, auf die *g*-Saite nahe an den Steg, und klebe es dann unten mit einem Stückchen Papier zu, sodass es nun als ein offenes dreiseitiges Prisma die Saite umschliesst, ohne doch seine Beweglichkeit zu verlieren. Wenn ich nun g^1 auf der d^1-Saite ganz leise anstreiche und dabei den Kopf der Violine schwach nach unten neige, so bewegt sich das Reiterchen in ergötzlicher Weise die Saite entlang, bleibt aber in der Mitte, genau da wo g^1 als Flageolet gegriffen wird, stehen. Hilft man ihm über diesen Punct hinaus, so bewegt es sich wieder von selbst weiter. Streiche ich nun statt g^1 d^1, so bleibt es an zwei Puncten, an jedem Drittel der Saite stehen. Streiche ich g^2, an jedem Viertel; bei h^2 an jedem Fünftel; bei d^3 an jedem Sechstel.

Insoweit ist dies blos eine augenfällige Erläuterung für das partiale Mitschwingen der tieferen Saite, indem sie durch Knotenbildung in solche schwingenden Teile zerfällt, welche dem jeweiligen primär erklingenden Ton entsprechen. Wenn ich nun aber g^1 sehr stark streiche, so bewegt sich das Reiterchen auch ohne Nachhilfe über den kritischen Punct hinaus; und wenn es unten nicht geschlossen ist, so fällt es auf diesem Puncte wie auf jedem anderen ab, während es bei schwachem Streichen auf diesem Punct sitzen bleibt. Die tiefere Saite schwingt also bei starkem Streichen auch als Ganzes mit. Wie leicht könnte man nun hieraus wieder auf die objective Existenz der Untertöne schliessen!

---

[1]) Akust. Unters. 17. Ich habe dies bei zahlreichen Stimmgabeln überall nur bestätigt gefunden. Nach einem Citat R. KÖNIG's (WIED. Ann. XI 858) hat auch schon SEEBECK ausgesprochen, „dass ein tonfähiger Körper in Schwingung versetzt wird durch jeden Ton seiner harmonischen Unterreihe, nicht aber durch höhere Töne“.

Aber genauer zugesehen liegt die Ursache wiederum nur in der allgemeinen Erschütterung des Instrumentes. Denn das Reiterchen fällt ebenso ab, wenn ich einen beliebigen anderen Ton sehr stark streiche. Wenn ich dagegen g^1 auf einer zweiten Violine sehr heftig angebe, bleibt es sitzen. Es fällt aber wieder ab, wenn ich den Grundton g selbst auf der zweiten Violine heftig streiche. Doch wird hier besser statt der g-Saite eine der höheren Saiten benutzt. (Auffällig ist nebenbei, dass das Reiterchen beim Angeben des Grundtons durch eine andere Violine leichter abfällt, wenn es nicht gerade in der Mitte sitzt. Es geht daraus hervor, dass sich auch in diesem Fall Knotenpuncte in der blos mitschwingenden Saite bilden und dass die Totalschwingung derselben viel geringer ist als die Partialschwingungen.)

Auch das Ohr vernimmt, wenn g^1 auf einer Violine stark angegeben wird, nichts vom Mitklingen eines g als solchen; und wenn man, nachdem g^1 angegeben war, auf das Nachklingen der freien g-Saite achtet, so hört man sie wiederum nur mit dem Ton g^1 nachklingen, nicht mit ihrem eigenen. Dieses nachklingende g^1 stammt nicht etwa von dem angegebenen Primärton selbst. Man kann denselben sofort dämpfen und hört es doch; und andere Töne auf derselben Saite, wie a^1, f^1, liefern auch ungedämpft bei weitem nicht ein so intensives und langes Nachklingen.

Bei dem Versuch mit dem geschlossenen Reiterchen kann man übrigens wirklich unter Umständen mit seinem leiblichen Ohre vollkommen deutlich den Ton g wahrnehmen, während g^1 gestrichen wird. Aber leider ist's wieder nicht ein Unterton in dem Sinne, wie er gesucht wird. Es entsteht nämlich leicht durch die Berührung des Reiterchens mit dem Griffbrett ein sg. Klirrton, und dieser ist, wenn g^1 angegeben wird, kein anderer als eben g.[1]) In diesem Falle handelt es sich aber um einen objectiven Ton selbständigen Ursprunges, wie er auch in anderen Fällen (z. B. beim lockeren Aufsetzen einer schwingenden Gabel) zum Vorschein kommt.

---

[1]) Beim Spielen auf Darmsaiten kann man zuweilen einen solchen Klirrton, die tiefere Octave eines auf der Saite gegriffenen und primär erklingenden Tones, hören, wenn sich ein Fäserchen von der Saite teilweise abgedröselt hat und das Griffbrett berührt.

Wenn man diese Klirrtöne und Töne verwandten Ursprunges, weil sie arithmetisch den gesuchten Untertönen entsprechen (eine den Obertönen reciproke Reihe geben), ebenfalls Untertöne nennen will[1]), so mag man es tun. Aber mit den von RIEMANN postulirten subjectiv-allgemein-notwendigen Untertönen haben sie Nichts zu schaffen; und ich bin erstaunt, dass RIEMANN in seinem „Musiklexikon" nicht blos im Art. „Klirrtöne" diese einfach unter seine „Untertöne" subsumirt, sondern auch im Art. „Untertöne" zur Entscheidung über seine Hypothese einen Versuch vorschlägt, welcher ebenfalls nur Untertöne in einem ganz verschiedenen und für seine Theorie irrelevanten Sinn beweisen würde. Man solle nämlich eine Sirene unter zweierlei Wind von verschiedenem Druck setzen, welcher durch Schläuche so nach den Öffnungen geleitet würde, dass z. B. bei 12 Löchern jedes zweite oder dritte verstärkten Wind erhielte. Wenn man unter diesen Umständen einen tieferen Ton neben dem höheren vernimmt — was folgt denn? Ebensogut können wir ja zwei verschiedene Pfeifen, eine hohe und eine tiefe, durch einen gemeinsamen Blasebalg anblasen. Das Wesen der Untertöne, wie sie RIEMANN zuerst postulirte, sollte doch nicht darin bestehen, dass irgend eine äusserliche Manipulation hohe und tiefe Töne zugleich hervorbringt, sondern dass selbst eine streng einfache Luftwelle neben dem ihr entsprechenden Ton noch tiefere rein subjectiv miterzeugt. RIEMANN scheint mir daher auf seiner Suche nach Untertönen von seinem ursprünglichen Begriffe ganz abgekommen zu sein[2]). Wenn nur unter ganz zufälligen oder auch raffinirt ausgesonnenen Umständen in vereinzelten Fällen Untertöne zum Vor-

---

[1]) So F. AUERBACH, der die „Untertöne" locker aufgesetzter Gabeln auf der Casseler Naturforscherversammlung demonstrirte (Tageblatt der 51. Versammlung d. N. u. Ä. 1878 S. 40); ferner neuerdings H. SCHRÖDER, der durch eigenartige gewaltsame Berührung der Violinsaiten mit dem Bogen schlecht klingende „Untertöne" erzeugte (LESSMANN, Allgem. Musikzeitung 1886, S. 230 nach Ref.).

[2]) Schon in dem o. 252 erwähnten Schriftchen RIEMANN's vom Jahre 1875 findet sich eine solche *μετάβασις εἰς ἄλλο γένος*. Dort werden die Untertöne mit den Differenztönen identificirt. Aber Differenztöne werden ja nicht durch eine einfache, sondern nur durch Verbindung zweier Luftwellen erregt.

schein kämen, was sollten sie für eine allgemeine Theorie der Consonanz, für den Aufbau eines Musiksystems nützen?

Also der Beweis für die Untertöne ist nicht erbracht. Aber bleiben sie nicht wenigstens eine mögliche Hypothese, oder haben wir Beweise dagegen?

Was mich an die wirkliche Existenz der Untertöne in der Empfindung nicht glauben lässt, ist vor Allem der Umstand, dass solche Töne durchaus unwahrnehmbar sind, wenn sie nicht etwa schon durch die Beschaffenheit des äusseren Reizes miterzeugt werden. Unwahrnehmbarkeit ist nicht immer ein Beweis für das Nichtvorhandensein. Aber es steht uns andererseits auch keineswegs frei, unwahrnehmbare Elemente unter beliebigen Umständen anzunehmen, sondern die Unwahrnehmbarkeit muss durch die besonderen Umstände psychologisch gerechtfertigt werden. Riemann nun erklärt sie im vorliegenden Fall daraus, dass es kein Mittel gebe, das Stärkeverhältnis der Untertöne zum Hauptton zu ändern, und dass Vorstellungen von stets gleichbleibender Zusammensetzung uns als einfache erscheinen müssen [1]).

Indessen, wenn man auch das letzte Princip zugeben wollte: das Stärkeverhältnis könnte doch kaum ganz unveränderlich sein. Schwache Empfindungen und speciell Tonempfindungen unterliegen Stärkeschwankungen, selbst einem Wechsel von Verschwinden und Wiederkommen, während der stärkere Ton dauert [2]). Auch sind wir im Stande, schwache Teiltöne ohne äussere Hilfsmittel willkürlich zu verstärken, und man sieht nicht ein, warum dies bei Untertönen unmöglich sein sollte. Das Mittel dazu ist bei Obertönen und Differenztönen einfach die lebhafte Vergegenwärtigung der bezüglichen Tonhöhe in der Phantasie; dasselbe Mittel steht uns natürlich gegenüber den Untertönen zu Gebote.

Ferner, wenn wir auch zufolge der Hypothese den Ton c^2 niemals ohne c^1, *f*, *c*, *As* u. s. f. gehört haben, so haben wir

---

[1]) Über d. musik. Hören 13.

[2]) Helmholtz, Physiol. Optik [1] 365. Urbantschitsch, Centralblatt f. d. medicin. Wiss. 1875, No. 37, u. ö.

doch c^1, *f*, *c*, *Ȧs* u. s. f. ohne c^2 gehört. Also selbst wenn wir das obige Princip, woraus die Nichtwahrnehmung sich begreifen soll, einräumen wollten: die Voraussetzung der regelmässigen Coexistenz und des unveränderten Stärkeverhältnisses trifft factisch nicht zu. Die Untertöne könnten schwerer wahrnehmbar sein als die Obertöne, aber keineswegs dürften sie der Wahrnehmung sich ganz entziehen.

Es fehlt also an einer genügenden Motivirung für jene angeblich unbedingte Unmöglichkeit des Heraushörens der Untertöne. Die einzige genügende Erklärung scheint doch eben die zu sein, dass sie nicht da sind.

Schliesslich, wenn trotz Allem bei starken Tönen unwahrnehmbare Untertöne mitempfunden würden, so ergäbe sich doch zum Mindesten für den Fall eines schwachen Tones dieselbe Consequenz wie hinsichtlich der subjectiven Obertöne: die Erregung der Untertöne muss von einem gewissen Punct an so schwach sein, dass sie unter die Empfindungsschwelle sinkt. Es wird also einen Stärkegrad geben, bei welchem der Primärton noch vollkommen deutlich gehört wird, während seine Untertöne aus der Empfindung verschwunden sind. Somit ist auch schon aus diesem Grunde die notwendige und allgemeine Existenz von Untertönen in der Empfindung zu leugnen[1]).

[1]) Ich hatte früher noch ein directeres Bedenken gegen die Untertöne. Wenn nämlich c^2 und g^2 zusammen angegeben werden: müssten nicht durch ihre beiderseitigen Untertöne subjective Schwebungen entstehen? Die Untertonreihe von c^2 enthält z. B. *f*, die von g^2 enthält *g* und *es*, welche sonst mit *f* deutliche Schwebungen geben. Nun sind Schwebungen oft im Gesammtklang wahrnehmbar, wenn die sie erzeugenden Töne nicht wahrnehmbar sind und geben ein Mittel, das Vorhandensein der letzteren zu constatiren. Von solchen Schwebungen ist aber wiederum nichts zu bemerken.

Wenn ich dieses Bedenken jetzt nicht mehr für ganz durchschlagend (obschon immerhin für beachtenswert) halte, so geschieht dies mit Rücksicht auf die ebenfalls nicht bemerkbaren Schwebungen von Summationstönen in dem o. 254 angeführten Beispiel (wo freilich 4 Primärtöne concurriren) und auf die mögliche Ausflucht, dass die Untertöne in anderen Teilen des Ohres als die Schwebungen entständen (was sich doch auch nur schwer vertreten liesse).

Die Frage nach dem Vorkommen einfacher Tonempfindungen ist hienach, soweit sie sich auf die Freiheit von Ober- und Untertönen bezieht, in bejahendem Sinne zu beantworten.

Zu 4) und 5). Diese beiden Annahmen, wonach ein einfach scheinender Ton noch aus ebensovielen Tönen bestände, als benachbarte mitschwingende Fasern vorhanden sind (HOSTINSKY), und wonach jeder Ton innerhalb der Tonreihe aus den Elementen des „Dumpfen" und „Hellen" zusammengesetzt wäre (MACH), fallen insofern auch noch unter den allgemeinen Gegenstand dieses Paragraphen, als die Klangcomponenten im Allgemeinen ungleiche Intensität (bez. Quantität) haben würden. Versuche zur directen Nachweisung der Elemente liegen in beiden Beziehungen nicht vor, es handelt sich um reine Hypothesen. Solche müssen sich durch ihren Zweck, durch das theoretische Bedürfnis, dem sie dienen, rechtfertigen; und dieses liegt beiderseits in der Erklärung der Tatsache, dass die sg. einfachen Töne eine Reihe bilden, was bei wirklich einfachen Empfindungen nach Ansicht der genannten Forscher nicht denkbar wäre. Wir haben indessen I 111 f. und 425 bereits gezeigt, dass dem Begriffe einfacher Ähnlichkeiten nicht blos Nichts im Wege steht, sondern dass er auch für die Anhänger solcher Erklärungen selbst unentbehrlich ist[1]). Die MACH'sche Hypothese war damals noch nicht aufgestellt[2]). Es lässt sich aber auch an ihr das Nämliche dartun.

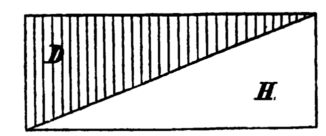
---

[1]) Die Hypothese HOSTINSKY's stützt sich ausser auf die Unmöglichkeit einfacher Ähnlichkeiten allerdings noch auf eine andere Grundlage, auf die physiologische Notwendigkeit der Miterregung benachbarter Fasern. Dass aber hieraus nicht das Vorhandensein eben so vieler Empfindungen folgt, dass vielmehr gewisse tatsächliche Wahrnehmungen dieser Folgerung widersprechen, zeigten wir II 111 f.

[2]) Sie ist zuerst in den Sitz.-Ber. der Wiener Akad., Dec. 1885, dann in MACH's „Beiträgen zur Analyse der Empfindungen" 1886 (113 f.) veröffentlicht.

MACH lehnt meine Behauptung einfacher Ähnlichkeiten ab mit Berufung auf sein Forschungsprincip des Parallelismus, wonach jeder Eigentümlichkeit unsrer Empfindungen auch eine Eigentümlichkeit des Nervenvorgangs entsprechen muss. Ich erkenne dieses Princip an (und wer täte es nicht), solange unter Empfindungen, wie hier, die gewöhnlich so-

Die Elemente „Dumpf“ (D) und „Hell“ (H) sollen in den Tönen der Tonreihe so gemischt sein, dass bei den tieferen das D, bei den höheren das H überwiegt, wie dies die beistehende Figur, in welcher D durch die schraffirte, H durch die freie Fläche vertreten ist, anschaulich macht. Eine Senkrechte durch das ganze Rechteck bedeutet einen Ton. Jeder Ton innerhalb des Rechtecks enthält also etwas von D und etwas von H.



Es leuchtet nun ein, dass die Hypothese ein Reihenverhältnis innerhalb der D-, und ein Reihenverhältnis innerhalb der H-Elemente voraussetzt. Um also die Reihenbildung der Töne zu erklären, muss sie zwei andere Reihenbildungen annehmen. Und wenn diese wieder nach gleicher Methode erklärt werden sollen, kommen wir in's Unendliche. Auch sieht man, dass das eine der beiden Elemente überhaupt nicht nötig wäre. Wenn jeder Ton nach seiner Stellung in der Tonreihe nur durch seinen Anteil an D charakterisirt wäre, oder nur durch seinen Anteil an H, so kann das andere Element allezeit Null sein, es wird doch eine Reihe unter den Tönen bestehen.

---

genannten Sinnesempfindungen, und nicht etwa sämmtliche psychische Zustände verstanden werden, finde es aber gerade von Mach's sonstigem Standpunct, welcher jede Art von Trennung oder Ungleichartigkeit der beiden Gebiete des Physischen und Psychischen verneint, nichts weniger als „beinahe selbstverständlich“ (28). Wenn das Physische selbst nur in Empfindungen besteht, warum müsste denn ein Parallelismus zwischen den einen und anderen Empfindungen stattfinden? Verständlich wird mir der Parallelismus gerade erst dann, wenn man die beiden Gebiete unterscheidet, geschehe dies nun in Cartesianischer oder Spinozistischer Weise. Ursache und Wirkung müssen parallel laufen, nicht minder Convexität und Concavität einer Curve (Fechner); warum aber eine und eine andere Gruppe von Empfindungen?

Also das Princip in Ehren: aber warum sollte es mit den einfachen Ähnlichkeiten unvereinbar sein? Mach deutet Nichts darüber an. Wir werden eben im physischen Gebiet gleichfalls einfache Ähnlichkeiten statuiren.

Dies Eine Element aber wäre dann nichts Anderes als eben die Tonqualitäten selbst, wie wir sie wahrnehmen [1]).

Im Übrigen hängt die Formulirung meiner Einwände noch von speciellerer Fassung der Lehre ab. So ist es nicht ganz klar, ob MACH unter den „Elementen" D und H Töne in dem uns bekannten Sinn oder irgendwelche heterogene, uns ganz unbekannte Qualitäten versteht (womit weiter auch zusammenhängt: ob das Verhältnis, in welchem sich die Elemente mischen, ein Intensitätsverhältnis oder sonst irgend ein graduell oder quantitativ abgestuftes Verhältnis sein soll). Einmal nennt er allerdings D und H „die Empfindungen, die einem höchsten und tiefsten Ton entsprechen" (Beitr. 137); und dies ist auch die einzig mögliche Consequenz, da im höchsten Ton eben nur H, im tiefsten nur D enthalten sein kann [2]). Aber dann wären sie ja Glieder eben der Reihe, deren Zustandekommen durch sie erklärt werden soll. Auch stände ihre unauflösliche Mischung, wenn sie Töne im eigentlichen Sinne sind, mit der von MACH selbst ausserdem hervorgehobenen Tatsache im Widerspruch, dass niemals zwei Töne sich zu einem mittleren vermischen [3]).

---

[1]) Das gleiche Bedenken habe ich gegen die Zerlegung des Grau in Schwarz und Weiss, welche MACH als Analogie vorschwebt. Warum müsste notwendig immer mit einer Abnahme an Schwarz eine Zunahme an Weiss verbunden sein, warum nicht auch der Fall vorkommen, dass die Quantität von Schwarz dieselbe bliebe und nur die von Weiss sich änderte? (bei Tönen: dass die Tiefe des Tons dieselbe bliebe, die Höhe sich aber änderte?)

[2]) Ob wir diese Endtöne wirklich isolirt hören können oder nur eine Annäherung daran, wäre hier eine secundäre Frage; sie würden sich doch, wenn wir die Hörfähigkeit entsprechend erweitert denken, als Empfindungen gleicher Gattung mit den jetzt gehörten darstellen und sich von denselben nicht anders unterscheiden als diese unter sich.

[3]) Diesem Bedenken begegnet MACH in einer darüber geführten Correspondenz durch die Erinnerung daran, dass die Töne der Tonreihe, welche sich nicht mischen, nach seiner Meinung verschieden localisirt seien, und zwar nicht blos in der Schnecke, sondern als Empfindungen, während D und H in jedem Ton der Tonreihe gleich localisirt seien. Ich kann mich aber von der Existenz jener verschiedenen Ton-Orte in der Empfindung nicht überzeugen; s. o. 55 f.

Oder wenn das Zusammensein von D und H etwa keine wirkliche Mischung, sondern nur ein gleichzeitiges Erklingen sein soll, so wäre nicht der geringste Grund, warum wir diese beiden Töne D und H nicht in allen Zwischentönen auch wirklich sollten heraushören können, ganz besonders in der mittleren Lage, wo sie in nahezu gleicher Intensität auftreten würden. Es müsste überhaupt ein mittlerer Ton uns qualitativ ganz denselben Eindruck machen, wie die Gleichzeitigkeit des höchsten und tiefsten.

Ein Ausweg wäre, D und H nicht für Töne im erfahrungsmässigen Sinn, sondern für Empfindungen von ganz unbekannter Qualität zu erklären. Dies stimmt aber, wie erwähnt, nicht mit den Consequenzen der Theorie. Auch würden neue Schwierigkeiten entstehen in Hinsicht der „Chemie der Empfindungen“, wie sie hiebei vorausgesetzt würde; worauf wir jedoch hier nicht weiter einzugehen brauchen. Denn das Interesse an der Theorie würde nach dieser Fassung für unsere gegenwärtigen Zwecke aufhören, da wir nur von der Verbindung gleichzeitiger Töne handeln.

Es ist sehr merkwürdig, dass gerade Mach, der in dem „ökonomischen“ Princip das eigentliche Wesen des wissenschaftlichen Denkens erblickt — ganz in Übereinstimmung mit dem alten Satze „Entia non sunt multiplicanda praeter necessitatem“ —, dass gerade er sich veranlasst fand, in der Annahme von Entitäten auf unsrem Gebiete weiter zu gehen, als irgend ein Anderer. Ich muss gestehen, dass der von dem ausgezeichneten Forscher hier eingeschlagene Weg einer sg. Analyse der Empfindungen mir auf ein ähnliches Verfahren hinauszulaufen scheint, wie es Aristoteles der platonischen Ideenlehre zum Vorwurf macht. Um die Ursachen des Seienden zu finden, sagt er, habe sie es verdoppelt. Hier könnte man sogar sagen: verdreifacht. Denn der Ton soll seine Höhe haben durch Teilnahme nicht blos an der Idee der Höhe sondern auch der Tiefe. Und müssen wir nicht ebenso die Intensitäten, da sie eine Reihe bilden, durch Teilhaben an einem idealen F(ortissimo) und P(ianissimo), ein mässiges Geräusch durch

Mischung eines ohrenzerreissenden Getöses mit dem leisesten Flüstern, eine behagliche Zimmerwärme durch Mischung afrikanischer Hitze und sibirischer Kälte, einen mässigen Zahnschmerz durch Verknüpfung des wahnsinnigsten Reissens mit höchster Zahnlust, eine bürgerlich genügende Tugendhaftigkeit durch hypostatische Union von göttlicher Heiligkeit mit teuflischer Verworfenheit erklären und alle diese Dinge in die Formel $[1 - f(n)]x + f(n)y$ bringen? Unmöglich, dass dem geistvollen Naturforscher solche Consequenzen entgangen wären, und wieder unmöglich, ihnen zu entgehen! —

Wir kommen also zu dem Ergebnis, dass weder Schlüsse aus Beobachtungen noch allgemeine Erwägungen irgend einen Grund an die Hand geben, das erfahrungsmässige Vorkommen gänzlich einfacher Tonempfindungen zu leugnen, und dass wir nach wie vor die oben bezeichneten Classen von Tonerscheinungen als Beispiele solcher Empfindungen betrachten dürfen.

§ 22. Function der Aufmerksamkeit bei der Analyse und dem Heraushören.

In den vorangehenden Paragraphen sind einige Bedingungen, von denen die Leichtigkeit der Analyse gleichzeitiger Töne abhängt, Verschmelzung und Intensitätsverhältnis derselben, genauer untersucht. Der gegenwärtige ist einer anderen Bedingung gewidmet. Sie liegt nicht, wie jene, in dem Sinnesinhalt selbst, sondern in einem psychischen Verhalten. Welche Theorie man auch über das Zustandekommen der Klanganalyse geben mag, nach jeder Theorie ist der Grad der Aufmerksamkeit von Bedeutung. Art und Umfang ihres Einflusses muss nun genauer untersucht werden. Dabei ziehen wir, wie im vorangehenden Paragraphen, ausser dem Analysiren im engsten Sinne das Heraushören von Teiltönen besonders in Betracht, da gerade in dieser Richtung nach allgemeiner Annahme eine Hauptleistung der Aufmerksamkeit zu suchen ist.

1. Wesen und primäre Wirkung der Aufmerksamkeit. Zuvörderst muss ich in Hinsicht dessen, was im § 4 über das Wesen und die primäre Wirkung der Aufmerksamkeit überhaupt gesagt wurde, eine Ergänzung und eine Modification eintreten lassen. Die Aufmerksamkeit, sagten wir, sei ein Gefühl, und ihre primäre Wirkung sei die längere Forterhaltung des bezüglichen Inhaltes im Bewusstsein. Unter solcher Forterhaltung war natürlich nicht etwa blos verstanden die längere Dauer der Vorstellung, nachdem sie nicht mehr Empfindung ist, sondern auch das Bewusstsein dieser Dauer, d. h. die Vorstellung der bereits vergangenen zeitlichen Empfindungsstrecke als einer vergangenen, mit diesem Merkmal behafteten, sodass der Eindruck, während er im Bewusstsein erhalten bleibt, zugleich eine immer grössere zeitliche Ausdehnung gewinnt[1]). Man würde darum nicht mit Recht einwenden, dass die Aufmerksamkeit durch eine längere Dauer der Empfindung vermöge längerer Reizeinwirkung zu ersetzen sein müsste; denn die blosse Einwirkung des äusseren Reizes ist nicht im Stande, die vergangene Empfindungsstrecke als vergangene uns zum Bewusstsein zu bringen.

Dennoch scheint mir jetzt die primäre Wirkung des Aufmerkens nicht richtig mit dem Obigen angegeben. Es ist offenbar noch zweierlei: die längere Forterhaltung (einschliesslich der zeitlichen Vergrösserung) und die aufmerksame Fixirung während dieser Dauer. Wenn wir während eines Gespräches die Uhr schlagen hören und unmittelbar nach dem letzten Schlag unsre Aufmerksamkeit dieser Eindrucksreihe zuwenden, gelingt es nicht selten, sie vollständig zu reproduciren und die Zahl der Schläge anzugeben. Vor diesem Moment wurde jeder Schlag nicht blos empfunden sondern auch im Bewusstsein forterhalten und zeitlich zurückgeschoben, sodass uns der jeweilig vorangegangene nunmehr als der längervergangene, und der Gesammteindruck als Eindruck von entsprechender zeitlicher

[1]) Diesen Umstand hat Brentano zuerst (in Vorlesungen) als eine inhaltliche Veränderung der Vorstellung mit begrifflicher Klarheit beschrieben.

Ausdehnung erscheint. Aber dies kann bereits geschehen, ehe die Aufmerksamkeit ihm zugewandt wird. Wenn nun in einem anderen Fall die Aufmerksamkeit von vornherein dieser Eindrucksreihe zugewandt ist: worin soll ihre Wirkung noch bestehen? Was sie nach obiger Annahme leisten sollte, wird ja schon ohne sie geleistet. Und doch muss sie, einem Eindruck zugewandt, schon von Anfang an eine gewisse Wirkung äussern, wenigstens den Anfang einer Wirkung. Nehmen wir an, dass in Folge einer plötzlichen Gemütserschütterung mit dem letzten Schlag der Eindruck der Uhr, auf den wir gemerkt hatten, vollkommen aus dem Bewusstsein hinweggewischt werde, so würde nach unsrer früheren Theorie die vorherige Zuwendung der Aufmerksamkeit hier ohne jegliche Wirkung geblieben sein. Es wäre psychisch völlig einerlei, ob Einer etwas aufmerksam oder unaufmerksam hörte; erst nachher würde sich der Unterschied geltend machen — wenn Nichts dazwischen kommt.

Welches ist also die primäre Wirkung des Aufmerkens?

Nichts anderes wol, als ein Bemerken. Überall wo wir auf einen Inhalt merken, mag es eine Empfindung oder blosse Vorstellung sein, werden oder wollen wir etwas bemerken (letzteres bei der willkürlichen Aufmerksamkeit) und zwar irgendwelche Teile in diesem Inhalt oder irgendwelche Verhältnisse zwischen diesen Teilen oder zwischen dem Inhalt selbst und anderen Inhalten. Wir sagten früher, dass solches Bemerken (Wahrnehmen) während des durch die Aufmerksamkeit verursachten Aufenthaltes eintrete. Es scheint mir jetzt aber richtiger, zu sagen, dass es selbst die primäre Wirkung des Aufmerkens ist, die längere Dauer dagegen ein selbstverständliches Mitergebnis der fortgesetzten Urteilstätigkeiten, in welche der Inhalt verflochten wird.

Nach dieser Auffassung von der primären Wirkung des Aufmerkens ergibt sich zugleich die Beziehung zwischen Aufmerksamkeit und Analyse als eine besonders innige. Ja, wenn wir das Wort „Teilerscheinung" im weitesten Sinne und „Analyse" als Bemerken von Teilerscheinungen nehmen wollten, so liesse sich sagen, die Aufmerksamkeit sei eine analysirende

Kraft κατ' ἐξοχήν. Denn als Teilerscheinungen im weitesten Sinne können wir schliesslich nicht blos die in einer Vorstellung enthaltenen absoluten Elemente (die einzelnen Töne, Linien) bezeichnen, sondern auch die zwischen zwei solchen Elementen stattfindenden Beziehungen. Auch diese sind im wahrgenommenen oder wahrzunehmenden Gesammtinhalt eingeschlossen (vgl. I 97).

Im Wesentlichen ist dies auch schon die Auffassung Lotze's gewesen (Metaphysik 539 f.). Einen anscheinenden Gegensatz dazu bildet diejenige Ribot's, der als Folge der Aufmerksamkeit die Annäherung an den „Monoideismus" ansieht (Psychologie de l'Attention 1889); während wir eher das Gegenteil, die Vermehrung der gleichzeitigen Vorstellungen durch die Vorstellungen der wahrgenommenen Verhältnisse als das Werk des Aufmerkens, das blosse Hinstarren auf einen Gegenstand dagegen überhaupt nicht für eine intellectuelle Verfassung (état intellectuel) sondern für den Mangel einer solchen erklären würden. Doch handelt es sich in gewöhnlichen Fällen auch nach Ribot nicht um eine blosse Entleerung des Bewusstseins sondern auch um Anziehung aller Associationen durch eine „idée maîtresse" (p. 6). Das ist freilich etwas Positives; ich sehe nur nicht, wie es aus jener an sich blos negativen Wirkung folgen soll.

Ehe ich das Gesagte weiter erläutere und erhärte, füge ich eine damit in Verbindung stehende Ergänzung (nicht Modification) der Ansicht über das allgemeine Wesen der Aufmerksamkeit hinzu. Wir können wol näher bestimmen, was für ein Gefühl die Aufmerksamkeit ist. Jedes einfache Gefühl trägt einen mehr oder minder ausgesprochenen Charakter der Lust oder Unlust, wenn wir diese Ausdrücke im weitesten Sinne nehmen; es ist positiv oder negativ. Die Aufmerksamkeit gehört zweifellos zu den positiven. Sie ist eine Teilnahme, ein Interesse, eine Hinwendung zu etwas. Aber der Inhalt selbst, auf den wir merken, kann ein schmerzlicher, hässlicher, verabscheuungswürdiger sein. Also ist Aufmerksamkeit nicht ein Lustgefühl, das der Eindruck, auf den wir merken, als solcher mit sich führt. Sie ist vielmehr, wie mir scheint, nichts anderes als die Lust am Bemerken selbst; wobei natürlich nicht aus-

geschlossen ist, dass ein Eindruck durch die an ihn geknüpfte Lust auch eine solche Lust des Bemerkens, Unterscheidens, Vergleichens hervorruft.

Nicht blos an die Sinnesinhalte ist ja Lust und Unlust geknüpft, sondern auch an psychische Acte. Und überall wo ein Wahrnehmen als solches uns Lust gewährt, mag das Wahrgenommene angenehm oder unangenehm sein, da sprechen wir von Aufmerksamkeit auf dasselbe. Das Bemerken ist also nicht blos die primäre Wirkung, sondern auch der eigentliche, nächste Gegenstand des Aufmerksamkeits-Gefühls, das woran wir diese specifische Lust haben. Doch kann der Inhalt, auf den wir gerade merken, natürlich ebenfalls mit Recht als ein Gegenstand und Inhalt der Aufmerksamkeit bezeichnet werden, da sich's eben um eine Lust am Bemerken dieses und keines anderen Inhalts handelt.

Auch das Wort „Interesse", wo es mit Aufmerksamkeit gleichbedeutend gebraucht wird[1], besagt nicht sowol Lust an

---

[1]) Die Identification von Aufmerksamkeit und Interesse I 68 hat Anstoss erregt. Soviel ist ja richtig, dass nach dem Sprachgebrauch beide Ausdrücke nicht immer genau für einander eintreten können (auch wenn wir von blos grammatikalischer Ungleichheit der Behandlung absehen), z. B. wenn ich sage: „ich nehme Interesse an diesem Menschen", oder: „ich bin bei diesem Geschäft interessirt". Aber ich wollte auch nicht behaupten, dass man die Ausdrücke immer für einander setzen könne. Wer möchte in solchen Dingen die allgemeine und ausschliessliche Bedeutung eines Ausdrucks abzustecken unternehmen? Auch „Aufmerksamkeit" für sich allein ist nichts weniger als eindeutig. Wenn ich Jemand „eine Aufmerksamkeit erweise", so wird auf diese Aufmerksamkeit schwerlich irgend eine der psychologischen Definitionen passen. Ich wollte nur die Bedeutung beider Ausdrücke für unsren Zweck bestimmter machen durch die Beschränkung beider auf die Fälle, in denen sie für einander gesetzt werden können (z. B. interessant = Aufmerksamkeit erregend). Jeder von beiden soll die Bedeutung haben, welche ihm zukommt, wenn wir den anderen dafür setzen können.

Ribot bezeichnet die Verwunderung und das Staunen als eine gesteigerte Aufmerksamkeit und rechnet sie zur Gruppe der Gefühle (emotions, commotions 39 f.). Dann ist also auch Aufmerksamkeit ein Gefühl.

dem bezüglichen Inhalt als an der Kenntnisnahme von demselben. Wenn der Recensent ein Stück weder von Herzen loben noch tadeln mag, wenn es ihn nicht erwärmt und nicht abgestossen hat, so kann es immer noch „interessant" gewesen sein, und oft genug zieht er sich mit diesem Pflaster für den Autor aus der Sache. Das Stück war ihm nicht angenehm; aber wirklich und aufrichtig angenehm kann es ihm gewesen sein, dessen Bekanntschaft zu machen.

Dieses Lustgefühl ist, wie jedes, trotz des gemeinsamen positiven Grundcharakters, durchaus eigenartig, und insofern bleibt die Aufmerksamkeit undefinirbar. Die Intensität desselben kann unter Umständen (bei neugierigen oder „theoretischen" Naturen) so stark werden, dass es selbst Entsetzlichem gegenüber nicht ganz verschwindet, ja auch heftige sinnliche Schmerzen übertäubt oder lindert. Der Schmerz, den der sinnliche Eindruck an sich verursacht, kann unterdrückt werden durch die Lust am Beobachten, durch intensivstes Aufmerken, und zwar nicht blos durch Aufmerken auf Anderes sondern auch auf diesen Schmerz selbst, d. h. auf Beziehungen, Unterschiede, Verhältnisse, als deren Glied er erscheint.

Aber liegt nicht ein Cirkel in der Behauptung, dass ein Bemerken sowol Inhalt als Wirkung der Aufmerksamkeit sei? Muss nicht hienach, damit Aufmerksamkeit möglich sei, bereits

---

Meinesteils würde ich allerdings die Verwunderung nicht für eine Steigerung der Aufmerksamkeit sondern nur für ein verwandtes Gefühl ansehen, welches der Aufmerksamkeit in vielen Fällen vorausgeht. Ihr Object ist ein wahrgenommener Gegensatz, der Gegensatz eines Ungewohnten zum Gewohnten. Dieser Gegensatz als solcher (nicht blos die neue Tatsache in sich selbst) kann wahrgenommen sein, ehe noch die Aufmerksamkeit sich des neuen Objects bemächtigt, ohne ihre Hilfe, in directer Folge des sinnlichen Eindrucks. Die Wahrnehmung des Gegensatzes und die Verwunderung setzt dann die Aufmerksamkeit und mit ihr die Erkenntnistätigkeiten in's Spiel; wie denn schon Aristoteles sagt, dass aus der Verwunderung das Nachdenken entspringt.

Immerhin fällt die nahe Verwandtschaft des Gefühls der Verwunderung mit dem Zustand der Aufmerksamkeit in's Auge und kann zur Bekräftigung unsrer Auffassung dienen, welche die letztere ebenfalls unter die Gefühle rechnet.

irgend eine Wahrnehmung, und wiederum, damit eine Wahrnehmung möglich sei, bereits Aufmerksamkeit vorausgegangen sein?

Das Letztere geben wir nicht zu. Nicht jedes Bemerken ist ein Beachten, d. h. bedingt und getragen durch Aufmerksamkeit. Mächtige Verschiedenheiten gleichzeitiger Eindrücke, intensive Schmerz- oder Lustmomente einzelner unter ihnen, sowie plötzliche Veränderungen drängen von selbst zur Wahrnehmung. Und so werden die ersten Wahrnehmungen, aber auch später viele, ohne vorausgehende Aufmerksamkeit erfolgen[1]). Nachdem dies einmal und öfter geschehen und mit dem Wahrnehmen als solchem eine instinctive Lust verknüpft war, ist eine Lust des Bemerkens möglich geworden, welche diesem selbst in einem einzelnen neuen Falle vorhergeht: die Lust an einer noch zu machenden, erwarteten, erwünschten Wahrnehmung. In dem Moment, wo, wie wir sagen, ein Gegenstand „unsre Aufmerksamkeit auf sich zieht", entsteht in uns dieses Lustgefühl, ein Nachklang, eine Reproduction der früher mit den spontanen Wahrnehmungen verknüpften Lust; und diese Lust am Bemerken führt nun ihrerseits zum wirklichen Bemerken in dem neuen Falle. Dass sie es tut, ist eben ihre natürliche Function, s. z. s. ihre specifische Energie im psychischen Organismus.

Hiemit löst sich zugleich ein anderes Bedenken. Gibt es nicht Fälle, in welchen wir weder ein Vergnügen an der Sache noch an der Wahrnehmung der Sache haben und uns dennoch

---

[1]) Hienach dürfte sich eine seinerzeit zwischen G. H. Schneider und Ulrici entstandene Controverse erledigen: Dieser behauptete, dass das Bemerken immer nur Folge des Aufmerkens sei, während Jener auf Fälle hinwies, in denen das Bemerken vielmehr die Ursache einer Aufmerksamkeit sei, wie wenn wir eine fliehende Schlange plötzlich bemerken, und eben dieses Bemerken unsre Aufmerksamkeit von den Gedanken, die sie vorher fesselten, auf die Erscheinung lenkt. (Vierteljahrsschr. f. wiss. Phil. II 377).

Schneider unterscheidet übrigens noch das Bemerken vom Wahrnehmen insofern, als er jenen Ausdruck nur für die Fälle des eben-noch-Wahrnehmens gebraucht; was mir mit dem Sprachgebrauch nicht zu stimmen scheint, aber natürlich keinem sachlichen Streit unterliegt.

gezwungen finden, aufzumerken? beispielsweise ein lästiges Geräusch oder Zahnweh? Sollen wir nur der Theorie wegen behaupten, dass hier doch immer ein wenngleich verstecktes Lustmoment mitspiele?

Das sei ferne. Es gibt zweifellos Fälle, wo keinerlei Lust und dennoch Wahrnehmung stattfindet. Aber Aufmerksamkeit? Von einer solchen würde ich hier eben nicht reden[1]). Die Sprache bedient sich wol auch hier dieses Ausdruckes, aber sie begeht damit nur eine der vielen Inconsequenzen, durch welche sie namentlich im Gefühlsgebiete psychologische Erörterungen verwirrt. Dennoch glaube ich, dass man eine gewisse Uneigentlichkeit des Ausdruckes nicht verkennen wird, wenn Einer sagt, dass man eine Ohrfeige mit Aufmerksamkeit wahrnehme. Jedenfalls ist die Wahrnehmung oft schon da, ehe die Aufmerksamkeit sich einstellt.

Auf's Engste und Natürlichste reiht sich hieran die Auffassung der willkürlichen Aufmerksamkeit, wie sie schon I 69 definirt wurde. Sie ist nichts Anderes als der Wille, sofern er auf ein Bemerken gerichtet ist. Jedes Lustgefühl, welches auf einen blos vorgestellten Gegenstand gerichtet ist, kann in ein Wollen übergehen, sobald der Gegenstand wahrscheinlich oder sicher erreichbar erscheint[2]). Der Gegenstand ist hier ein Wahrnehmungsact. Irgend ein Wahrnehmen ist aber, wachen normalen Zustand vorausgesetzt, allezeit möglich; und so kann unwillkürliche Aufmerksamkeit bei Solchen, die des Wollens fähig sind, in jedem Augenblick in willkürliche übergehen. Sie ist nicht mehr davon verschieden, als der Wille überhaupt von Lustgefühlen verschieden ist. Fassen wir „Gefühl" im weiteren Sinne, so kann der Wille ja selbst zu den Gefühlen, und zwar natürlich zu den positiven Gefühlen, gerechnet werden[3]).

[1]) Ebenso Ribot a. a. O. 7.

[2]) Ich sage nicht: „sie geht in ein Wollen über", weil natürlich der wirkliche Übergang auch davon abhängt, ob uns nicht augenblicklich etwas Anderes als noch wünschenswerter oder leichter erreichbar erscheint, ob eine erkannte Pflicht nicht entgegensteht u. s. f.

[3]) Was Ehrenfels (Wiener Akad. Phil.-hist. Cl. Bd. 114, S. 537 f.) gegen Brentano's Subsumtion der Gefühle und des Willens unter Eine

Auch diese Identification der willkürlichen Aufmerksamkeit mit dem Wollen des Bemerkens stimmt, wie mir scheint, mit dem Bewusstsein durchaus überein. „Seine Aufmerksamkeit auf Etwas richten" heisst nicht mehr und nicht weniger als dieses: „einen Inhalt (als Teil eines Ganzen) oder etwas an einem Inhalt (Teile oder Beziehungen desselben) bemerken wollen." Zwischen dem Wollen und seinem Erfolg, dem Wahrnehmen, steht hier nicht noch Etwas in der Mitte, was als Aufmerksamkeit zu bezeichnen wäre, sondern der Wille ist eben hier die Aufmerksamkeit [1]).

Schliesslich sei es gestattet, noch einmal besonders zu betonen, dass in dieser vielverhandelten Frage nach der Natur der Aufmerksamkeit die blossen Definitionsfragen (nach der zutreffendsten Auslegung der vorhandenen sprachlichen Bezeichnungen und den zweckmässigsten positiven Bestimmungen über den Sinn, den man ihnen wissenschaftlich beilegen will) nicht scharf genug von den sachlichen Streitfragen geschieden werden können. Ich glaube nicht, dass es gelingen wird, für das Wort Aufmerksamkeit, wie es nun einmal im Gebrauch ist, eine ganz einheitliche und consequent festgehaltene Bedeutung zu finden. Irgendwelche positive Bestimmungen wird sich also der Psychologe immer erlauben müssen, die nicht voll-

---

Grundclasse (Psychologie 1874) anführt, scheint mir auf dem Misverständnis zu beruhen, als ob in beiderlei Zuständen ein gleichartiges gemeinsames Element enthalten sein solle; was ja allerdings nicht der Fall ist. Ich habe Brentano's Meinung stets nur dahin verstanden, dass jene Zustände, auch als einfache Zustände betrachtet, einander ähnlicher sein sollen als jeder von beiden einer blossen Vorstellung oder einem Urteil; besonders aber dass sie unter gemeinsame Gesetze fallen sollen. Und dies scheint mir in der Tat unbestreitbar.

[1]) Gewiss ist daher die willkürliche Aufmerksamkeit ebenso wie der Wille überhaupt nicht etwas ganz Ursprüngliches. Wenn freilich Ribot behauptet, dass die willkürliche Aufmerksamkeit erst ein Product der beginnenden Civilisation sei, so kommt es ganz darauf an, wann man die Civilisation beginnen lässt. Und dass gerade die Weiber der Wilden das erste Subject dieser Fähigkeit gewesen (p. 62), betrachtet wol Ribot selbst mehr als eine geistreiche Idee. Plausibler liesse sich jedenfalls die Ansicht vertreten, dass das Weib das erste Object der unwillkürlichen Aufmerksamkeit war.

kommen dem Sprachgebrauch entsprechen. Es mag nun sein, dass man weniger in Conflict mit der Sprache kommt, wenn man die Aufmerksamkeit nur ganz allgemein definirt als die „einem Act des Bemerkens günstige Verfassung der Seele“[1]). In diesem Fall würde das, was wir Aufmerksamkeit nennen, das Interesse, nur ein Teil, wenn auch der wichtigste, der Aufmerksamkeit sein, diese selbst aber nicht ein bestimmter einfacher Act, sondern ein Complex von wechselnder Zusammensetzung, dessen Einheit und Gleichmässigkeit nur etwa in seiner Wirkung bestände. Aber auch dieser Sprachgebrauch deckt sich nicht mit dem im Leben geltenden. Reden wir doch z. B. von einer Intensität des Aufmerkens, was nun wieder als uneigentliche Ausdrucksweise aufgefasst und umgedeutet werden muss[2]).

Sachlich sind drei Puncte wesentlich:

1. Dass es Fälle gibt, in denen ein Bemerken (Wahrnehmen) unmittelbar durch inhaltliche Momente erzwungen wird. Wir rechnen zu diesen hier auch die Annehmlichkeit oder Unannehmlichkeit des Eindrucks. Eine Unterfrage ist dann, ob Annehmlichkeit und Unannehmlichkeit das alleinige unmittelbar die Wahrnehmung bewirkende inhaltliche Moment sind, ob also die Stärke, die Veränderung des Eindrucks u. dgl. nur in Folge der damit verknüpften Gefühlsmodification Wahrnehmung erzwingen, oder ob sie (wie ich glaube) auch unabhängig wirken;

2. dass es Fälle gibt, in denen ein Bemerken durch die Lust am Bemerken hervorgerufen wird, wobei der Gegenstand selbst angenehm oder unangenehm sein kann;

---

[1]) So Marty, Vierteljahrschr. f. wiss. Phil. XIII 198 (dessen kritische Zergliederung der Wundt'schen, von Widersprüchen strotzenden Darstellung mir sachlich vollkommen zutreffend scheint).

Auch Ribot nennt die Aufmerksamkeit in gleichem Sinn „un état intellectuel“, „un état purement formel“, „une attitude de l'esprit“ (l. c. 7, 19, 163, 165). Warum er sie übrigens, als psychologischen Zustand betrachtet und von den physiologischen „Accompagnements“ abgesehen, „une abstraction pure, un fantôme“ nennt, ist mir auch von seinem Standpunct aus unerfindlich; es müsste denn sein, dass er auch die physiologischen Accompagnements als blosse Phantome ansähe.

[2]) Marty daselbst.

3. dass es Fälle gibt, in denen es durch einen Willen hervorgerufen wird, der selbst natürlich wieder verschiedene Bedingungen haben kann.

Manche sprechen nun in allen drei Fällen von Aufmerksamkeit, Manche blos im dritten Fall, wir im zweiten und dritten. In terminis libertas, in notionibus unitas! Noch besser freilich auch in terminis unitas.

Ein weiteres Eingehen auf die Aufmerksamkeitstheorie liegt hier nicht in unsrem Plane. Das Vorstehende schien mir aber zur Klarheit des Folgenden erforderlich, wenn es auch manchem Leser pedantisch genug vorkommen wird.

2. Anwendungen auf das Tongebiet.

Diese allgemeinen Bestimmungen über die Aufmerksamkeit wollen wir nun besonders auf das Tongebiet anwenden und durch dasselbe weiter erläutern und erhärten; dann erst zu den ganz speciellen Fragen übergehen, welche die Leistungen der Aufmerksamkeit für die Analyse im engeren Sinne und das Heraushören betreffen.

Nehmen wir einen einzelnen Ton, der nicht mit anderen Tönen von erheblicher Stärke zusammenklingt. Was kann es in diesem Falle noch heissen, dass wir auf den Ton merken sollen? Es kann bedeuten, dass wir ihn in dem Ganzen der sonstigen gleichzeitigen Sinneserscheinungen bemerken sollen, wenn dies nicht bereits geschehen ist; dass wir ferner die Gleichheit mit sich selbst während seiner Dauer bemerken, kleine Schwankungen nicht überhören sollen; dass wir seine Stellung in der Tonreihe (hoch, tief, mittel, genauere absolute Höhe), seine Klangfarbe und Angehörigkeit zu irgend einem Instrument, seinen Stärkegrad (schwach, stark, mittel), seine örtlichen und zeitlichen Eigenschaften bemerken sollen. Ist es nicht ein gewöhnlicher musikalischer Ton, sondern ein Pfiff, Knall oder geräuschartiger Klang, so wird seine sonstige Deutung, als Signal u. s. f., die Aufgabe sein, immer also auch dann das Erfassen irgend einer Beziehung.

Nehmen wir einen mit anderen zusammenklingenden Ton. Hier wird man es vor Allem als Aufgabe betrachten, ihn so

deutlich als möglich aus dem Klang herauszuhören (womit, wie wir unten sehen werden, in bestimmten Fällen subjective Verstärkung verbunden ist), dann wieder seine Stellung in der Tonreihe womöglich bis zur Benennung zu erfassen, aber auch besonders sein Verhältnis zu den gleichzeitig gegebenen zu erkennen, wonach er als tiefster, höchster, mittlerer unter diesen, als Hauptton, Nebenton (und dies wieder nach Stärke und musikalischer Bedeutung), als mehr oder weniger qualitativ abstehend von dem übrigen nicht analysirten Rest des Klanges erscheint; u. dgl.

Sollen wir auf eine Folge von Tönen achten, so ist ohnedies klar, dass die Erfassung ihrer Beziehungen in zeitlicher und qualitativer Hinsicht unsre Aufgabe ist.

Und ist endlich verlangt, dass wir einem mehrstimmig sich entwickelnden Tonstück, einer Aufeinanderfolge von Zusammenklängen aufmerksam folgen, so handelt sich's darum, erstlich die Stimmen herauszulösen, d. h. bestimmte Töne der aufeinanderfolgenden Zusammenklänge unter sich in melodische Verbindung zu setzen, sodann das Verhältnis der so in der Auffassung gebildeten Stimmen zu einander zu erkennen (Haupt-, Nebenstimme, obere, untere, mittlere, langsame oder schneller bewegte u. s. f.).

Überall ist also die Leistung der Aufmerksamkeit ein Bemerken von Teilen oder Beziehungen von Teilen. Alle diese Wahrnehmungen bilden im Geiste einen innig zusammenhängenden Process, dessen erstes Glied die Analyse im engeren Sinne, das Bemerken einer Mehrheit von Teilen, dessen fernere Glieder das Heraushören einzelner Teile und die Wahrnehmungen von Verhältnissen sind. Die letzteren Functionen sind aber zugleich eine Controle für die erste, die Analyse im engeren Sinne. Sie sind das, was wir die fortgesetzte Verdeutlichung der unterschiedenen Teile nennen[1]). Wenn ich mich frage: „Wieviel Töne hat der analysirte Klang?“ so muss ich mich

[1]) Insofern kann man die Definition Chr. Wolf's billigen: „Facultas efficiendi, ut in perceptione composita partialis una majorem claritatem ceteris habeat, dicitur Attentio.“ (Psychol. empirica § 237.)

bemühen, jeden für sich herauszuhören. Und wenn ich mich frage: „Habe ich diesen Teilton wirklich herausgehört?“ so suche ich ihn nachzusingen oder sonst anzugeben, was eine vergleichende Wahrnehmung einschliesst, oder nach seiner absoluten Höhe zu benennen, oder sonstige Merkmale an ihm oder Verhältnisse zu anderen zu erfassen. Je mehr dies gelingt, um so mehr werden nicht nur andere Personen, sondern auch ich selbst mir glauben, dass eine wirkliche Analyse vorlag.

Insofern ist die Leistung der Aufmerksamkeit für die Analyse einer unbegrenzten Steigerung fähig. Ein analysirter Klang und ein herausgehörter Ton kann mir nach allen seinen inneren Merkmalen und äusseren Beziehungen in allen Hinsichten und Richtungen immer „deutlicher“ werden. Wir beschränken uns im Folgenden jedoch auf die nähere Betrachtung derjenigen Leistungen, welche bis zu dem Puncte führen, wo uns ein Ton als Teil eines Klanges vollkommen deutlich ist (Analyse im engeren Sinn und Heraushören).

3. Aufmerksamkeit ist zur Analyse nicht unbedingt notwendig.

Die erste Frage, welche unser specielles Thema angeht, ist die, ob für jede Klanganalyse und für jedes Heraushören unbedingt ein gewisser, sei es auch geringer, Grad von Aufmerksamkeit erforderlich sei. Sie schliesst sich an die obigen principiellen Erwägungen an, worin wir diese Frage in Hinsicht des Bemerkens überhaupt mit Nein beantworteten. Abstract genommen wäre nun denkbar, dass zwar irgendwelches Bemerken irgendwelcher Eigentümlichkeiten oder Verhältnisse den ersten Regungen der Aufmerksamkeit im Leben des Individuums vorausgehen müsste, dass aber speciell das Bemerken einer Mehrheit oder eines Teiles innerhalb einer Mehrheit nur auf Grund bereits vorhandener und zwar im gegebenen Moment vorhandener Aufmerksamkeit erfolgte. Aber die oben gegebenen Beispiele scheinen mir hinreichend, um gerade auch für diese speciellen Fälle die allgemeine Anschauung zu erhärten. Die Frage ist darum hier eigentlich nur wegen des Zusammenhangs mit der folgenden noch einmal erwähnt.

4. Worauf richtet sich die Aufmerksamkeit bei der Analyse?

Welches ist eigentlich das Object oder Material, dem sich die Aufmerksamkeit bei der Analyse und dem Heraushören zuwendet? Hier tritt uns wieder ein scheinbarer Cirkel entgegen. Damit eine Mehrheit als solche durch Aufmerksamkeit erkannt, damit ein bestimmter Teilton aufmerksam herausgehört werde, müssen wir doch, so scheint es, die Aufmerksamkeit auf die Mehrheit als solche bez. den in ihr vorhandenen Teilton richten können. Das heisst aber bereits die Mehrheit oder den Teilton als solchen wahrnehmen. Dieser Cirkel erinnert an Lotze's Bemerkung, die Aufmerksamkeit könne unmöglich Unterschiede schaffen, wo keine sind, sie könne nur vorhandene verschärfen, verdeutlichen (o. 19). Diese Bemerkung gilt jedoch in voller Kraft nur gegen die Ansicht, wonach vor der Analyse die Empfindung selbst eine streng einheitliche sein soll, eine Ansicht, die wir nicht teilen. Und was von dem Anschein des Cirkels noch übrig bleibt, löst sich leicht.

Die Aufmerksamkeit wendet sich zunächst dem Klang als Ganzem zu, wenn wir nicht bereits von vornherein Anhaltspuncte haben, diesen oder jenen Bestandteil zu vermuten. In leichten Fällen genügt diese Concentration des Interesses auf den Klang und auf die Frage nach Einheit oder Mehrheit, um die Teile hervortreten zu lassen. Wie dies geschieht, kann, wie jede primäre Wirkung, nicht weiter zergliedert werden. Es liegt Nichts dazwischen. In einem gewissen Moment taucht die Gliederung bez. das Element im Ganzen auf, die Analyse oder das Heraushören ist vollzogen. Sind die Umstände schwieriger, wie bei den Obertönen, so werden wir, während die Aufmerksamkeit auf den Klang gerichtet bleibt, zugleich verschiedene Ausschnitte des Tonreichs uns möglichst lebendig vergegenwärtigen, von welchen wir nach dem ersten Eindruck (z. B. je nachdem uns das Ganze mehr tief oder hoch klingt) vermuten, dass er Bestandteile des Klanges enthält. Weiter wird man versuchen, einzelne Töne einer solchen begrenzten Region lebendig vorzustellen und mit dem gehörten Klang zu confrontiren, sei es

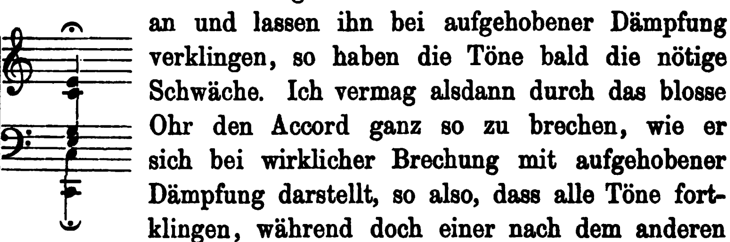
blos versuchsweise, jenen Ausschnitt in der Phantasie durchlaufend, oder nach bestimmten Indicien (akustischen Erfahrungen) einen oder den anderen Ton auswählend. Am meisten wird natürlich dieses Suchen erleichtert, wenn ein einzelner Ton des Klanges uns vorher angegeben und als Teilton bezeichnet wurde.

5. Verstärkung durch Aufmerksamkeit.

Eine weitere und vorzugsweise interessante Frage betrifft die Verstärkung der herausgehörten oder herauszuhörenden Klangteile durch die darauf gerichtete Aufmerksamkeit. Vielen erscheint ja die Verstärkung eines Eindrucks geradezu als die eigentliche, primäre Leistung der Aufmerksamkeit. Dass dies, so ausgesprochen, falsch sein muss, erwähnten wir bereits I 71. Das gleichzeitige Hören bietet nun die beste Gelegenheit, auch das Wahre in der Sache zu erkennen. Es lässt sich nämlich hier ganz deutlich beobachten, dass wirklich in bestimmten Fällen eine Verstärkung durch Aufmerksamkeit erfolgt; während dies bei isolirten Tönen weniger leicht und häufig festzustellen ist (I 373).
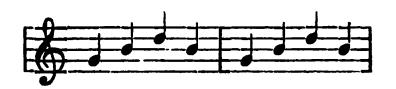
Näher müssen wir in dieser Hinsicht bei gleichzeitigen Tönen drei Fälle auseinander halten:

a) Ein schwacher Ton klinge zusammen mit anderen schwachen Tönen. Schlagen wir auf dem Clavier den Accord



an und lassen ihn bei aufgehobener Dämpfung verklingen, so haben die Töne bald die nötige Schwäche. Ich vermag alsdann durch das blosse Ohr den Accord ganz so zu brechen, wie er sich bei wirklicher Brechung mit aufgehobener Dämpfung darstellt, so also, dass alle Töne fortklingen, während doch einer nach dem anderen stärker hervortritt; kann auch eine Melodie aus diesen Tönen zusammensetzen, die von dem Accord begleitet bleibt. Dies nicht etwa nur in der Phantasie, für welche ich den wirklichen Accord überhaupt nicht nötig hätte, sondern als unzweifelhafte Gehörsempfindungen, indem ich jeden Ton zur rechten Zeit in dem fortklingenden Ganzen verstärke.

b) Ein schwacher Ton erklinge zusammen mit einem oder mehreren starken. Hier ist Verstärkung des schwachen möglich. Geübte können dies bei Obertönen jeden Augenblick beobachten. Wenn ich einen der tieferen Claviertöne oder eine Cello-Saite ertönen lasse, so kann ich die Reihe der Obertöne wie eine Leiter hinauf- und hinuntersteigen und willkürlich den verstärken, auf den ich besonders achten will. Durch solches Hinauf- und Heruntersteigen gelingt es oft auch, Obertöne erst gewahr zu werden, die man, wenn die Aufmerksamkeit direct auf sie gerichtet wurde, gleichsam frei zielend und zugreifend, nicht erhaschen konnte[1]). Auch ist es hier wie bei a) möglich, eine Melodie durch Verstärkung der bezüglichen Töne zu bilden, beispielsweise die vier ersten Tacte des BRAHMS'schen Liedes „Ihr wunderschönen Augenblicke“, die aus 5 Tönen, darunter auch der Secunde der Tonica, bestehen, welche durch die Teiltöne 5, 6, 8, 9, 10 gegeben sind; diese Teiltöne finden sich aber in jedem Klange der grossen Octave am Clavier. Man kann also geradezu mit dem Ohre singen. Der verstorbene G. APPUNN, mit welchem ich in den 70er Jahren darüber sprach, bestätigte an sich diese Fähigkeit. Ebenso sagt R. NATORP[2]): „Ich kann, wenn ich auf meinem Clavier etwa den Ton *G* anschlage, nicht nur eine gewisse Zahl von Obertönen deutlich nebeneinander hören, sondern innerhalb ihres Zusammenklanges, der einen vielstimmigen überwiegend consonirenden Accord gibt, auch die einzelnen Obertöne nacheinander und abwechselnd mir zu Gehör bringen; etwa die Töne



[1]) So hatte ich in einem ausdrücklich notirten Fall bei dem *C* einer schwingenden Metallzunge nicht sogleich den 9. und 11. Teilton finden können; von unten hinaufsteigend fasste ich leicht einen nach dem anderen.

[2]) Göttingische gelehrte Anzeigen 1885, No. 5, S. 212.

in der Geschwindigkeit von vier Tönen in der Secunde. Dabei verschwindet der Zusammenklang dieser selben Töne $g^1 h^1 d^2$ nicht, sondern dauert in der Art fort, dass ich den Unterschied der willkürlich nacheinander gehörten und der ohne meine Willkür gleichzeitig fortklingenden Töne gleicher Höhe nicht anders denn als einen Unterschied der Tonstärke zu bezeichnen wüsste."

Die jeweilig accentuirten Töne entstehen hiebei, wie NATORP ganz richtig hervorhebt, nicht erst als Empfindungen; sie klingen vor- und nachher in der Empfindung mit, wie die harmonische Begleitung eines Liedes; die einzelnen werden nur successive willkürlich verstärkt und zwar so lange als man will. Jeder Ton spricht hiebei, wie beim Hören der Beitöne überhaupt, mit völliger Bestimmtheit an; keine Möglichkeit, etwa an blosse Phantasie zu denken. Die Verstärkung beginnt dann sogleich und erreicht schnell einen Grad, bei dem sie nicht mehr weiterschreitet. Die Schnelligkeit dieser Action scheint übrigens individuell verschieden; ich bringe sie nicht mit der Geschwindigkeit von vier Tönen in der Secunde zu Wege.

Auch Differenztöne, die nach HELMHOLTZ nur bei zwei verhältnismässig starken Primärtönen zu Stande kommen, kann ich, zumal in der Nacht und nach vorausgehender besonderer Einübung, selbst beim leisest-möglichen Anschlag der Tasten vollkommen deutlich wahrnehmen und auch sie durch concentrirte Aufmerksamkeit zu einem respectablen Brummen anwachsen lassen.

Auch an Geräuschen, die ja immer Töne enthalten, lässt sich Gleiches beobachten. So gelang es mir beispielsweise während einer Bahnfahrt, in dem dumpfen Geräusch, das zunächst keine Töne unterscheiden liess, indem ich die Aufmerksamkeit versuchsweise auf verschiedene Töne und zugleich nur auf Ein Ohr lenkte, mehrere Töne in der kleinen und eingestrichenen Octave mit aller Bestimmtheit zu vernehmen und zu verstärken. Sie traten jedesmal, wenn ich mit der gleichsam tastenden Aufmerksamkeit in diese Tongegend kam, hervor. Es fiel mir auch auf, dass sie leichter hervortraten, wenn ich von oben nach

unten, als wenn ich von unten nach oben fortschritt. Einzelne von ihnen schienen besonders leicht anzusprechen, andere weniger [1]).

c) Ein starker Ton klinge zusammen mit einem oder mehreren starken Tönen. Man gebe z. B. durch Zungenpfeifen einen Accord an. Wenn ich in einem solchen Falle die Aufmerksamkeit bald auf diesen bald auf jenen Ton des Accords lenke, kann ich eine Verstärkung des Tones nicht wahrnehmen. (So auch nicht, wenn ich im Falle b) die Aufmerksamkeit dem starken Ton zuwende.)

Es mag seltsam erscheinen, dass nur schwache Empfindungen durch Aufmerksamkeit verstärkt werden sollen. Aber eine Kraft, die nur bis zu einer gewissen Grenze gesteigert werden kann, bewegt auch nur Lasten bis zu einer gewissen Schwere, schwerere nicht etwa weniger sondern gar nicht, da sie die Reibung nicht mehr überwinden kann. Vgl. das I 374 Gesagte.

Die objective Urteilszuverlässigkeit, auf welche die Aufmerksamkeit gleichsam teleologisch eingerichtet ist (vgl. I 68, 71, 391—2), gewinnt auch nur durch eine Verstärkung schwacher, nicht aber solcher Empfindungen, die bereits eine hinreichende Stärke besitzen. Im Gegenteil, sie müsste darunter leiden.

Oder ist vielleicht die Verstärkung im genannten Fall nicht ganz aufgehoben sondern nur unmerklich? Das ist freilich denkbar. Als tatsächlich kann ich nur das Letzte behaupten.

Mach behauptet, seinerseits auch in solchem Falle eine Verstärkung wahrzunehmen. Ich hatte Gelegenheit, im Prager physikalischen Institut an einem Zungenpfeifenaccord hierüber gleichzeitig mit ihm Versuche zu machen. Während Mach die Verstärkung

---

[1]) Ähnlich wird in den „Fortschritten der Physik“ XV 178 (aus einer mir unzugänglichen Zeitschrift) berichtet: „Auf Eisenbahnfahrten hat Reuleaux einen leisen constanten Ton im Ohr bemerkt, dessen Tonhöhe sich durch seinen Willen .... so verändern liess, dass es ihm möglich war, kleinere Melodien im Choraltempo geläufig hervorzubringen.“ Wahrscheinlich handelte es sich hier auch um Heraushören aus dem Geräusch.

ganz deutlich zu hören angab, konnte ich nichts davon finden. Nur wenn ich plötzlich den Kopf nach der Klangquelle wandte, konnte mir einer, und zwar ein beliebiger, der zusammenklingenden Töne momentan stärker accentuirt scheinen. Durch die Kopfwendung wird eine momentane Intensitätserhöhung aller Töne Eines Ohres bedingt. Entweder wurde nun dieses Plus bei der Richtung der Aufmerksamkeit auf Einen Ton diesem allein zugeschrieben, also ein subjectiv falsches Urteil gefällt, oder es wurde wirklich unter diesen besonderen Umständen das Plus, welches ausserdem allen Tönen momentan zuwachsen müsste, durch die Aufmerksamkeit dem Einen allein zugeschoben, sodass diese Empfindung in der Tat verstärkt und das Urteil subjectiv richtig wäre. Das Letztere halte ich zwar für weniger wahrscheinlich, aber für physiologisch nicht undenkbar.

Soviel ist sicher, dass bei ganz unveränderten Umständen eine Verstärkung starker Töne neben anderen gleichzeitigen starken Tönen für mich nicht wahrnehmbar ist, während Mach sie auch dann wahrzunehmen erklärt. Es mögen hienach gewisse individuelle Unterschiede hierin obwalten.

Dass die Sache überhaupt bei einer Veränderung des Tonmateriales während des Höractes anders liegt, werden wir später (zunächst § 26) an den Fällen sehen, wo aus dem Klangganzen ein Ton hinwegfällt: hier tritt auch für mich und wohl für Jeden eine unzweifelhafte wirkliche Verstärkung eines der zurückbleibenden Töne ein; eine Erscheinung, auf welche Mach auch besonders hingewiesen hat. Diese hat aber ihre besonderen Gründe; sie ist nicht Folge der Aufmerksamkeit, sondern wird durch die Aufmerksamkeit nur constatirt.
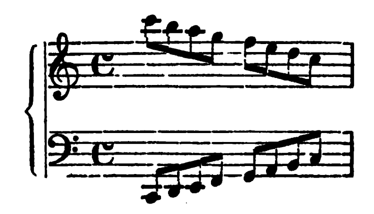
6. Mechanismus der Verstärkung.

Wie hat man sich nun das Zustandekommen der Verstärkung, wo eine solche stattfindet, näher zu denken?

Man ist versucht, zunächst an eine Muskeltätigkeit zu denken, und wir begegnen hier wieder der bereits I 168 f. besprochenen Hypothese von der Function des Musculus tensor tympani, aber nach anderer Seite und in engerer Fassung. Dort sollte jede Tonvorstellung, die einem Tonurteil zu Grunde

liegt, an einen bestimmten Contractionsgrad dieses Muskels gebunden sein. Hier würde sich's blos darum handeln, dass die Aufmerksamkeit an diesem Muskel einen Angriffspunct fände, um einen einzelnen Ton vor anderen gleichzeitigen zu verstärken. Bei unwillkürlicher Aufmerksamkeit würde es sich um eine Reflexbewegung, bei willkürlicher um eine willkürliche Activirung des Muskels handeln.

Indessen auch so ist die Hypothese undurchführbar. Sowol nach mathematischer Theorie als nach Versuchen (Schapringer's, Politzer's, welch' letzterer durch Reizung des Trigeminus auf den Tensor wirkte, dessen Nerv in den Bahnen des Trigeminus liegt) treten durch Contraction dieses Muskels die höheren Töne relativ gegen die tieferen hervor, aber sie erfahren zugleich mit diesen eine Verminderung ihrer absoluten Intensität. Nun aber zeigt die Beobachtung, dass beim Horchen auf Obertöne diese nicht etwa nur weniger als der Grundton geschwächt, sondern dass sie geradezu verstärkt werden. Auch die Differenztöne kann man etwas verstärken, während die relative Verstärkung durch Contraction des Tensor nur die höheren Töne gegenüber den tieferen trifft. Ferner besitzen bei Weitem nicht alle Menschen, welche die Obertöne willkürlich hervorheben können, das Vermögen willkürlicher Activirung des Tensor. Es sind überhaupt nur sehr Wenige hiezu fähig, wie sich durch äusserliche Beobachtung des Trommelfells im Moment des Horchens herausgestellt hat. Und Solche, die zur Analyse von Tongemischen in hohem Masse fähig sind, haben oft gar keine Macht über ihren Tensor, wie beispielsweise ich. Sodann ist es auch möglich, auf tiefe und hohe Töne streng gleichzeitig zu horchen, z. B. bei:



Die Spannung des Muskels kann aber zu gleicher Zeit doch nur Eine sein. Endlich mag auch an die I 373 angeführte Beobachtung über den subjectiven Ton erinnert sein.

Hienach hat der Trommelfellspanner eine wesentliche Beziehung zur Aufmerksamkeit nicht. Wahrscheinlich ist er doch nichts weiter als eine Schutzvorrichtung gegen zu starke Töne (durch Dämpfung) oder gegen zu hohen Luftdruck im Ohr oder auch beides zusammen [1]).

Als Zeichen der willkürlich erfolgten Contraction des Tensor wurde früher ein bestimmtes Knacken im Ohr angesehen, bis Politzer zeigte, dass dasselbe seinen Sitz vielmehr in der Eustachischen Trompete hat und durch die Öffnung derselben entsteht. Nur bei Einzelnen wurde dabei zugleich eine Bewegung des Trommelfells beobachtet [2]). Ich selbst vermag, wie viele andere Personen, das Knacken jederzeit willkürlich zu erzeugen und habe dabei deutlich eine Muskelempfindung in der Gegend des inneren Ohres, schrieb es darum gleichfalls mit Überzeugung dem Tensor zu, bis eine Untersuchung durch Prof. Zaufal ergab, dass zwar allemal eine Bewegung des Gaumens, niemals aber eine des Trommelfells stattfand. Ich versuchte auch, mich auf einseitige Hervorbringung des Knackens einzuüben. Es gelang, dasselbe zunächst in verschiedener Stärke zu erzeugen, und dann konnte ich es bei sehr geringer Stärke auch willkürlich allein im linken Ohr erhalten. Bei grösserer Stärke erfolgt es jederzeit doppelseitig. Vor dem Knacken höre ich bei hinreichender Stille immer ein dumpfes Geräusch, ähnlich dem bei Berührung des Auges zuweilen auftretenden (I 421), aber nicht intermittirend, nur momentan. Dieses Geräusch tritt auch ein, wenn die willkürliche Bewegung so schwach ist, dass das Knacken ausbleibt. Es ist offenbar der Muskelton der Gaumenmuskeln.

---

[1]) Die erste Ansicht ist bereits in Gehler's Wörterb. d. Physik 1828 „Gehör" S. 1209 f. erwähnt, dann durch Joh. Müller, neuerdings durch O. Wolf u. A. vertreten; die zweite („Lüftung des Ohres") durch Mach. Nach Politzer soll der Tensor hauptsächlich die Spannung der Gehörknöchelchen und des Labyrinthinhaltes reguliren.

[2]) Politzer, Wiener Medicinalhalle 1862 No. 18.

Die Tensorfrage ist besonders discutirt in den ersten vier Bänden des A. f. O. (von SCHWARTZE, LUCAE, POLITZER, KESSEL), aber auch später öfters (XIII 261, XIV 1), ferner in PFLÜGER's Archiv VI 576 (WIEDEN), in der Berliner klin. Wochenschr. 1874 No. 14—17 (LUCAE); in den Sitz.-Ber. der Wiener Akad. 1861, 1863, 1865, 1870, 1872 (MACH, POLITZER, SCHAPRINGER). Ferner vgl. PREYER, Grenzen d. Tonwahrn. S. 16 (willkürliche Contraction des Tensor beim Vf.), HENSEN in HERM. Hdb. III, 2, 59 f. Eine gute Übersicht der Meinungen bis 1869 nebst eigenen Untersuchungen gibt SCHMIDEKAM, Arbeiten des physiol. Instituts zu Kiel 1869; eine Übersicht bis 1886 und eigene Versuche POLLAK, Medicinische Jahrbücher (her. von der k. k. Gesellschaft der Ärzte) N. F. 1886, S. 555 f.

POLLAK's Versuche fordern zu einigen kritischen Bemerkungen heraus. Er wurde angeregt durch die STRICKER'sche Theorie der Tonvorstellungen, die wir I 155 f. bekämpften. STRICKER hatte ursprünglich die Muskelempfindungen des Kehlkopfs als die den Tönen entsprechenden Erinnerungsbilder angesehen. Nachdem ich die offenbare Undurchführbarkeit dieser Annahme gezeigt und zugleich auf die feinere Form der Muskeltheorie MACH's hingewiesen hatte, welche den Tensor tympani dafür in Anspruch nahm, wandte sich STRICKER zu dieser von ihrem Urheber selbst längst wieder verlassenen und von mir ebenfalls als undurchführbar erwiesenen Theorie in den „Études sur le langage et la musique" 1885, S. 165 f. Darin verdreht er HENLE's und meine Aussagen, bezichtigt mich mangelnder Übung in psychologischer Beobachtung, und gibt schliesslich doch zu, dass er selbst, nachdem er seit 5 Jahren auf der Geige einige Fortschritte gemacht habe, nun wirklich Gehörsvorstellungen in sich finde. Meine Antwort s. Revue philosophique XX, Dec. Zeitschrift f. Philos. u. phil. Kritik, Bd. 89, S. 45 [1]).

---

[1]) Auch die ältere Theorie sucht STRICKER jetzt doch noch gelegentlich zu stützen. So beruft er sich auf eine Beobachtung STÖRK's, der bei einer Sängerin, während sie an ein Musikstück dachte oder sich etwas vorsingen liess, eine rhythmische Bewegung der Stimmbänder fand (Wiener medic. Presse 1886, S. 650). Dergleichen Mitbewegungen habe ich in viel grösserem Umfange I 156 zugegeben und mit Beispielen be-

Pollak und Gärtner experimentirten nun an Hunden in ähnlicher Weise wie Hensen und Bockendahl, deren Versuche wir bereits I 168 besprachen, und fanden bei verschiedenen Tönen einen verschiedenen Ausschlag der in den Tensor eingesenkten Nadel. Sie verwandten „in der Regel den aufgelösten Duraccord nebst der Octave, also z. B. *c*, *e*, *g*, c^1“. „Zur Tongebung bedienten wir uns des Gesanges, des Lippenpfeifens, der Stimmgabel, des Streichinstrumentes (welches?) und auch des sogenannten Pizzicato's der Geige. Lippenpfeifen hat sich indessen als das bequemste Mittel erwiesen. Auf ein einigermassen lautes Pfeifen reagirt die Nadelspitze ganz zuverlässig.“

Der Ausschlag der Nadel fand sich bei den höheren Tönen grösser als bei den tieferen.

Nun muss man sich vergegenwärtigen, dass die Geige nicht unter *g* hinabgeht, und dass der tiefste Pfeifton ungefähr a^1 ist, welches die Menschen, die es überhaupt noch pfeifen können, meistens nur sehr schwach hervorbringen [1]). Man sieht daraus,

legt. Ich kann noch hinzufügen, dass ich beim aufmerksamen Hören eines längeren anstrengenden Gesanges (wie z. B. wenn der Discant in einem Chor sich lange in der Höhe bewegen muss und die Reinheit der Intonation nur schwer festhalten kann) zuletzt selbst ein Gefühl der Anstrengung im Halse empfinde, als wenn ich helfen müsste. Das mag nun Stricker wieder für sich verwenden. Ich kann aber darin ebensowenig ein unentbehrliches Mittel oder auch nur eine Hilfe für das Hören oder Vorstellen der Töne selbst erblicken, als es für das Denken etwas hilft, wenn man die Stirn runzelt oder sich hinter den Ohren kratzt.

Dass es Individuen gibt, die des Tongedächtnisses fast unfähig sind und sich mit dem kümmerlichen Ersatz der Muskelerinnerungen behelfen, habe ich I 279, 291 selbst hervorgehoben; protestire jedoch, wenn Personen mit solchem Defect die ihnen mangelnde Fähigkeit auch Anderen nicht zugestehen wollen. Kann doch nicht einmal ein Mozart pfeifend über die Strasse gehen, ohne sofort von Stricker (a. a. O.) für seine Muskeltheorie eingefangen zu werden.

[1]) Anfangs wird man geneigt sein, diesen Ton und überhaupt die Pfeiftöne für bedeutend tiefer zu halten, als sie wirklich sind, wird sich aber durch Aufsuchung der übereinstimmenden Töne am Clavier oder noch besser durch Stimmgabeln auf Resonanzkästen, die auf den gepfiffenen Ton am stärksten mitschwingen, von der wahren Höhe über-

dass die Angaben über die absolute Höhe der angewandten Töne an Deutlichkeit zu wünschen übrig lassen.

Über die Hauptfrage aber, ob es nicht die grössere Stärke der höheren Töne war, welche den stärkeren Ausschlag bedingte (vgl. I 169), geht POLLAK sehr kurz hinweg. „Auf die Unterschiede, welche sich durch die verschiedene Intensität der angeschlagenen Töne ergeben, kann ich nicht näher eingehen ... Doch liegt die Sache nicht etwa so, als ob der Muskel ebensowol auf verschieden intensive, wie auf verschieden hohe Töne mit verschieden grossen Zuckungen antworten würde. Das Pizzicato z. B. hat uns praecisere Resultate gegeben, wie die durch Streichen der Geige erzeugten Töne."

Man sollte denken, es sei selbstverständlich, dass grössere Intensität grösseren Ausschlag bewirken muss (und zwar auch blos grössere physiologische Intensität, wenn anders es sich nach dem sogleich zu Erwähnenden hier um Empfindungsreflexe handelt). Der Umstand, dass Lippenpfeifen sich am wirksamsten erwies, weist sehr deutlich darauf hin, dass überhaupt nur die Stärke massgebend ist; denn fast Nichts greift den Hörnerv stärker an, als Pfeifen hoher Töne in der Nähe, wie jeder Empfindliche erfahren hat; zugleich ist aber hier in Bezug auf hohe und tiefe Töne ein ausserordentlicher Unterschied, da die tiefen, wie erwähnt, schon physikalisch nur schwach sind. Was das Pizzicato betrifft, so kann ein Ton unter Umständen heftiger gezupft als gestrichen werden. Es ist also nichts weniger als bewiesen, dass die verschiedene Höhe als solche es war, die den verschiedenen Ausschlag bedingte.

POLLAK fand auch eine verschiedene Reaction auf die Vocale A, E, I, O, U; und zwar auf U die geringste, auf A die stärkste. Wahrscheinlich war eben doch U am schwächsten, A am stärksten

---

zeugen. Das menschliche Pfeifregister reicht im Allgemeinen etwa von c^3 bis g^4. Daher auch die unangenehm eingreifende Wirkung intensiver höherer Pfeiftöne: für die drei- bis viergestrichene Octave ist das menschliche Ohr besonders empfindlich. Die tieferen Pfeifklänge enthalten deutlich auch den ersten Oberton, ihre Octave, die (nach brieflicher Mitteilung G. ENGEL's) auch durch mitschwingende Gabeln nachweisbar ist. Im Übrigen dürften die Pfeifklänge nicht weiter zusammengesetzt sein.

gesprochen worden. Dass er damit im Anschluss an STRICKER's Sprachtheorie die Frage entscheiden will, „ob Hunde im Stande sind, die menschliche Sprache aufzufassen", mag hier mit Stillschweigen übergangen werden.

Bei allem Dem bleibt auch noch der Widerspruch zu lösen, in welchen diese Ergebnisse über Bewegung des Tensor mit denjenigen von SCHAPRINGER und MACH treten, welche am Menschen weder auf manometrischem noch stroboskopischem Wege die geringste Bewegung des Trommelfells beim wechselnden Horchen auf hohe und tiefe Töne wahrnehmen konnten. HENSEN sucht den Widerspruch dadurch zu lösen, dass die Action des Tensor nur momentan zu Beginn der Schallerregung eintrete und darum jenen Beobachtern habe entgehen können (HERM. Hdb. III, 2, 64). POLLAK aber, der beim Hunde einen anhaltenden Ausschlag beobachtete, geht auf eine Lösung der Schwierigkeit gar nicht ein. Ebensowenig macht er einen Versuch, seine Ergebnisse mit der Tatsache zu vereinigen, dass Menschen mit zerstörtem Trommelfell Töne verschiedener Höhe noch sehr gut wahrnehmen. Der Tensor müsse eben, meint er, statt durch Trommelfellspannung auf irgend eine andere, uns ganz unbekannte Weise die Wahrnehmung der verschieden hohen Töne unterstützen. Das heisst die Hypothese in die Luft setzen.

Neu und interessant ist nur die Eine Bemerkung, dass jede Erschütterung der Nadel ausbleibt, wenn man beiderseits die Schnecke zerstört, und dass ein taubstummer Hund mit schön entwickeltem Tensor nicht die geringste Spur einer Reaction desselben zeigte. Die Zuckungen des Tensor kommen also nur unter Mitwirkung des Hörnerven zu Stande und sind ein durch die Gehörsempfindung vermittelter Reflex. Es freut mich, POLLAK und STRICKER hier wiederum durch einen literarischen Nachweis unter die Arme zu greifen, auf den sie sich damals bereits hätten beziehen können, zumal er sich im Archiv für pathologische Anatomie findet. BAGINSKY bemerkte nämlich bei seinem o. 95 erwähnten Schneckenexstirpationen auf der Seite, wo durch die Operation vollständige Taubheit entstanden war, bei mikroskopischer Untersuchung eine fast vollständige fettige Degeneration des Tensor, während derselbe auf der anderen Seite bis auf einzelne Fasern intact war

(a. a. O. 76, 80). Allerdings sollte man danach annehmen, dass auch bei einem von Geburt an taubstummen Hunde Degeneration des Tensor eintreten müsse.

Die Lehre vom Tensor tympani als ausführendem Organ der Aufmerksamkeit hat einen allgemeineren Hintergrund. Von manchen Physiologen und Psychophysikern wird behauptet, dass die Aufmerksamkeit stets mit einer Muskeltätigkeit oder Bewegung verknüpft und in ihren Wirkungen an dieselbe gebunden sei[1]). MACH, der diese Anschauung früher teilte, hat nach mündlicher Mitteilung mit der Tensor-Hypothese zugleich diese allgemeinere Grundlage aufgegeben, und auch Andere werden dieselbe Consequenz ziehen müssen.

Wie sollte auch die Aufmerksamkeit des stillen Denkers, wenn er sich beständig neuen Vorstellungen und Begriffen zuwendet, an Muskeln geknüpft sein? Welche Muskelaction sollte den Übergang auch nur von einem Sinn zum anderen vermitteln,

---

[1]) Z. B. AUBERT, Physiologie der Netzhaut 325—6. FECHNER, Über einige Verhältn. d. binoc. Sehens, Abh. d. Sächs. Ges. d. Wiss. (1860) 400. Elem. II, 475, 490—1. An letzterer Stelle bezeichnet FECHNER die Muskelspannung nur als „eine Art Reflex". In der erstgenannten Schrift fasst er sie aber ausdrücklich als eine Bedingung für den Erfolg der Aufmerksamkeit. Neuerdings ist diese Frage zwischen BRADLEY und BAIN verhandelt (Mind Nr. 43 u. 44), doch scheinen sie beide auf der negativen Seite zu stehen. BAIN erinnert, dass er ausdrücklich auf die Fälle des Heraushörens eines Instrumentes hingewiesen habe (Emotions and Will 3. ed. p. 372), wobei keine Muskeltätigkeit stattfinde. Dagegen sind wieder MAUDSLEY und RIBOT der Muskeltheorie zugetan, s. des Letzteren Psychologie de l'Attention p. 32 u. ö. WUNDT's Stellung ist wieder nicht ganz klar, doch scheint er bei jeder intensiveren Aufmerksamkeit eine Muskelspannung anzunehmen und spricht in dieser Rücksicht auch speciell noch vom Tensor tympani (II [3] 265. Vgl. MARTY, Viertelj.-Schr. f. wiss. Phil. XIII 199). In WUNDT's Philos. Studien IV 414 hält N. LANGE die Verstärkung durch willkürliche Aufmerksamkeit nur vermittelst Bewegungen für möglich. Neuestens lehrt MÜNSTERBERG (Beitr. z. experimentellen Psychol. Heft 2, 1889, S. 24) übereinstimmend mit RIBOT: „Der Eintritt jener Spannungsempfindungen und des Deutlicherwerdens, das begleitet nicht meine Aufmerksamkeit, sondern ist die Aufmerksamkeit selbst."

wenn z. B. die Aufmerksamkeit durch eine juckende Empfindung auf die Haut gelenkt wird, oder wenn Hungergefühl sich einstellt? Nicht einmal innerhalb des Gesichtssinnes, wo der Zusammenhang der Aufmerksamkeit mit der Fixation wol hauptsächlich jene Ansicht begünstigte, ist sie ausnahmslos richtig: wir können auf Nichtfixirtes merken und mit der Aufmerksamkeit bei unveränderter Augenstellung einem seitlich bewegten Objecte folgen.

Selbstverständlich unterstützen wir gewohnheitsmässig durch mancherlei Muskeltätigkeiten die Wirkungen der Aufmerksamkeit, soweit dies überall möglich und nicht verboten ist. Man dreht das Auge nach dem Object, den Kopf, den Körper nach dem Schall, probirt, auf welchem Ohr Töne, speciell auch Obertöne, besser hörbar sind. Auch die Ohrmuschel wird in solchem Fall bewegt von Tieren und vielleicht auch von den wenigen Menschen, die es können.

Eine Spannungsempfindung beim Besinnen, auf die Fechner Gewicht legt (Elem. II 491), rührt her von den Muskeln, die die Kopfhaut spannen und von den Gesichts- und Augenmuskeln. Doch handelt es sich hiebei offenbar nicht wesentlich um unterstützende sondern begleitende Bewegungen. Solche Mitbewegungen sind zur Gewohnheit geworden, weil man häufig Augen und Ohren zugleich anstrengt, um sich über einen Gegenstand, eine Situation zu orientiren. Zum kleineren Teil mögen sie auch auf angeborener Association motorischer Nervenprocesse (Irradiation, Reflexverbindung — wie man's nennen will) beruhen, die selbst wieder teils in früher erworbenen Gewohnheiten, teils in notwendigen Eigentümlichkeiten des organischen Baues überhaupt gründen kann [1]).

---

[1]) Es scheint mir, dass Darwin (Ausdruck der Gemütsbewegungen) vielfach unnötigerweise Vererbung von individuell erworbenen (gewohnheitsmässigen) Mitbewegungen annimmt. Gerade z. B. das Stirnrunzeln beim Nachdenken (9. Kap.) kann auf die von ihm angegebene Weise, als Übertragung von den Acten des scharfen Sehens nach fernen Gegenständen, von jedem Individuum neu erworben werden, ohne dass eine angeborene (vererbte) Disposition dazu nötig wäre.

Auch bei der sg. binocularen Farbenmischung finde ich wie FECHNER eine Muskelspannung in demjenigen Auge, dem man die Aufmerksamkeit zuwendet, um die betreffende Farbe in der Mischung hervortreten zu lassen. Sie hat wahrscheinlich keinen wirklichen Nutzen für den beabsichtigten Zweck und ist doch unvermeidlich.

Dass man beim Lauschen die Augen, selbst den Mund, nach der bezüglichen Seite wendet, ist bereits öfter (von LOTZE, von FECHNER Binoc. Sehen 539) betont worden. Eine hübsche Bemerkung, die man leicht bestätigen kann, macht KESSEL (A. f. O. XVIII, 1882, S. 125): „Hält man einen Beobachter an, nur auf Eine Uhr (von zwei Taschenuhren, die an beide Ohren verteilt werden) zu hören, die andere aber zu überhören, unter dem Vorwand, dass dies möglich sei, so dreht er bei dem vergeblichen Bemühen, der Aufforderung nachzukommen, unwillkürlich die Augen nach der Seite, wo die unmögliche Wahrnehmung gemacht werden sollte." Dies verhält sich auch ähnlich, wenn man mit einer Person spricht, während man auf eine andere hören will. Man muss sich dann sehr in Acht nehmen, dabei die Augen nicht hinüberzudrehen [1]).

In einer Abhandlung über die Physiologie und Pathologie der Acusticusreflexe (Ungarische Akademie 1885, mir nur aus dem Bericht in der Z. f. O. 1885 S. 335 bekannt) statuirt A. HÖGYES eine Association zwischen dem akustischen Centrum und dem der Augenbewegungen, und erwähnt Versuche an Hysterischen, auch im hypnotisirten Zustand. „Lässt man vor einer Hysterischen die Stimmgabel ertönen, dann wenden sich beide Augen gegen die Tonquelle hin. Tönt die Stimmgabel über dem Kopf, so wenden sich beide Augen und convergiren."

Über Bewegungen der Säuglinge (Spannung im Auge und Lidschlag) bei Schalleindrücken s. PREYER, Seele d. Kindes 51—55, 113. Bei einem halbjährigen Kinde habe ich beobachtet, dass es die

---

[1]) Auf solcherlei Erfahrungen an sich selbst oder Anderen mag beruhen, was GALTON (Inquiries into human faculty 1883, p. 157) von einer Dame berichtet, in deren Phantasie gedruckte Wörter immer die Vorstellung von Gesichtern hervorriefen: das Wort „Attention" hatte ein Gesicht, welches die Augen gewaltig nach links drehte.

Augen nach der betreffenden Seite drehte, als ich ihm die Taschenuhr abwechselnd vor das rechte und linke Ohr hielt.

Bei den im § 24 zu erwähnenden Versuchen mit meinem Sohne Rudolf fiel mir auf, dass er in der letzten Versuchsreihe vor Abgabe des Urteils meistens mehreremale hintereinander kräftig blinzelte. Auf Befragen meinte er, es gehe so leichter. Das nämliche komische Zwinkern stellte sich, verbunden mit Emporziehen der Augenbrauen, Jahre hindurch bei einem meiner Freunde ein, wenn irgend eine nicht augenblicklich zu erledigende Frage oder Mitteilung sein geistiges oder gemütliches Gleichgewicht störte. An mir selbst beobachte ich das schon erwähnte unwillkürliche Augenschliessen (eines oder beider Augen) beim Suchen nach Beitönen in schweren Fällen, aber auch bei sonstigen feineren Wahrnehmungen im Tongebiet. Beim Suchen nach Combinationstönen während des eigenen Violinspiels schloss ich zeitweise gern das linke Auge, während sich die Aufmerksamkeit auf das rechte Ohr concentrirte. Man wird gelegentlich bei Weinprüfungen Ähnliches beobachten können. Es muss dahingestellt bleiben, ob diese Bewegungen noch einen anderen Nutzen haben, als dass sie die Ablenkung der Aufmerksamkeit verhüten. Notwendig sind sie nicht.

Nicht leugnen wollen wir endlich, dass in manchen Fällen Bewegungen, besonders solche von ausgiebiger Art, das Denken indirect unterstützen können durch Beförderung der Blutcirculation (vgl. Bain, Féré und Ribot in des Letzteren Psych. de l'Attention S. 30) oder auch durch eine Art von kathartischer Entladung zurückgehaltener Affecte u. dgl. Aber dies hat mit der obigen These nichts zu schaffen.

Ribot stützt die Muskeltheorie durch allgemeine Anschauungen, wie z. B. dass jeder Gedanke selbst schon ein Anfang von Muskeltätigkeit sei (das. S. 20), sowie durch physiologische Deductionen, welche nicht überzeugen (S. 32 f.); bezüglich der willkürlichen Aufmerksamkeit speciell noch dadurch, dass der Wille nur auf Muskeln wirken könne (S. 73), was wir aber bestreiten, und durch Einzelbetrachtungen über die Wirkung des Aufmerkens auf Empfindungen, Phantasiebilder und abstracte Begriffe (S. 74 f.). Bezüglich der Empfindungen, die uns hier näher interessiren, beruft er sich aber

äusserst kurz auf das Gesetz der Relativität, das wir nicht anerkennen, und übergeht gerade die Erscheinungen beim Hören, auf die es hier am meisten ankommt, mit Stillschweigen. Endlich ist auch das Argument, dass Gefühle unentbehrliche Vorbedingungen der Aufmerksamkeit und jedes Gefühl mit Bewegungen verknüpft sei (S. 165—175), für mich nicht überzeugend, da ich beide Prämissen nicht für allgemein erwiesen halte, wenn sie auch für höhere Grade der genannten Zustände zutreffen. Aber auch für diese Fälle würde nicht folgen, dass die Bewegungen (Bewegungsempfindungen) constitutive Momente der Aufmerksamkeit selbst wären, wie dies Ribot behauptet.

Wenn demnach die Verstärkung eines aufmerksam herausgehörten Tones nicht auf Muskeltätigkeit zurückzuführen ist, so bleibt nur übrig, sie als Folge eines im sensiblen Nerven (Ganglion) central erregten Processes anzusehen. Wir haben keinen Grund, die Möglichkeit centrifugal laufender sensibler Erregungen, wie sie für die „Innervationsempfindungen" postulirt werden, zu leugnen. Auch bei der blossen Phantasievorstellung eines Tones, wenigstens der willkürlichen, findet wol eine solche statt [1]). Bei Verstärkung einer Empfindung durch Aufmerksamkeit dringt sie vielleicht (aber keineswegs notwendig) bis in die Nähe des Organes vor oder in dasselbe hinein [2]). Bei willkürlicher Verstärkung müssen wir also folgerecht dem Willen einen directen Einfluss auf sensible Nerven (Ganglien) zuschreiben, ähnlich wie er einen solchen auf motorische übt. Auch dieser Consequenz dürfte Tatsächliches nicht im Wege stehen.

Dabei ist es nicht notwendig, dass die Richtung dieser Innervation gleich Anfangs genau dem Tone entspricht, den wir, wenn sie beendigt bez. im Organ angelangt ist, stärker heraushören. Man hat oft, wie unter 4. erwähnt wurde, statt einer genauen nur eine beiläufige Vorstellung des Tons, den man durch Aufmerksamkeit heraushören will. Der Oberton springt dann, wenn man mit der suchenden Phantasie auch nur in die

[1]) Vgl. Henle, Anthropologische Vorträge II 49.

[2]) Kussmaul, Die Störungen der Sprache 187.

Nähe kommt, hervor und wächst zur vollen Stärke heran[1]). Der centrifugale Nervenprocess erlangt also erst während seiner Dauer bez. seines Verlaufes die genaue Determination, gleichsam wie ein Bach, der, an der Wasserscheide entsprungen, im Ganzen nach Norden fliesst, aber durch mancherlei Einflüsse in seiner Richtung näher determinirt wird, oder wie am beschlagenen Fenster ein vom oberen Rande kommender Tropfen durch die am Wege liegenden, mit denen er sich vereinigt, beständig ein wenig abgelenkt wird, obgleich er die allgemeine Richtung beibehält. In der bereits centripetal erregten Faser (Ganglion) findet der centrifugale Process Unterstützung, anderwärts nicht. Beide Erregungen summiren sich hier, der Ton wird merklich, und nachdem er es geworden, ist der willkürlichen Verstärkung ihre genaue Richtung vorgezeichnet. Auch wendet er sich, wie aus den Beobachtungen zu schliessen, nur Einem von beiden Ohren zu, wenn die Wirkung merklich sein soll; mag man sich dies Begünstigen Eines Ohres wirklich als ein Hinlaufen zu dem Organ oder als irgend einen Vorgang innerhalb des akustischen Centrums denken.

Die Innervation, von der hier die Rede ist, bleibt natürlich als solche, wie auch die motorische, uns völlig unbewusst. Was wir dabei spüren, sind nur etwa jene gelegentlich begleitenden Muskelspannungen, die mit der sensiblen Innervation als solcher nichts zu tun haben. Ausserdem sind wir uns des Willens und Dessen, was wir wollen, bewusst. Dann nachdem es erreicht ist, auch des Effectes, der zunehmenden Tonstärke. Aber nicht Dessen, was dazwischen liegt. Die Erzeugung eines Nervenprocesses durch die unwillkürliche oder willkürliche Auf-

---

[1]) Mit Rücksicht darauf sprachen wir oben zu Anfang von 5. von einer Verstärkung der herausgehörten oder herauszuhörenden Klangteile. Es ist möglich, dass die Verstärkung bereits im Keime beginnt, ehe noch die Teilwahrnehmung, ja sogar bevor die Analyse eintritt, und jedenfalls schreitet sie gleichzeitig mit der immer volleren Verdeutlichung des Teiltones fort und bildet eine Controle für die Richtigkeit der analysirenden Wahrnehmung, sodass man sagen kann, sie gehe wenigstens der vollen, evidenten Analyse voraus.

merksamkeit gibt nicht eine besondere Empfindung. Ich erwähne dies wegen der unklaren Vorstellungen, die sich mit dem Wort „Innervation“ verknüpft haben.

Nach dem, was wir über das Wahrnehmen und die Verstärkung von Teiltönen hörten, muss der Erfolg der sensiblen Innervation nicht unabhängig von der Übung und von individuellen Unterschieden sein. Ähnliches gilt ja auch von der motorischen Innervation.

Soviel also über die Verstärkung. Wir dürfen sie (um es wiederholt zu betonen), in welchem Umfang und welcher Weise sie auch erfolge, keinesfalls als die eigentliche und wesentliche sondern nur als eine beiläufige, die Haupttätigkeit unterstützende Leistung der Aufmerksamkeit ansehen. Das Wahrnehmen eines Klangteiles durch Horchen erfolgt in vielen Fällen ohne materielle Veränderung des Klanges und seiner Teile, insbesondere ohne einen Stärkezuwachs des Wahrgenommenen. Wo ein solcher mit der Analyse zugleich eintritt, da gereicht er natürlich derselben zum Vorteil. Der analysirte Klang ist dann freilich genau gesprochen nicht mehr ganz derselbe, welcher zu analysiren war. Doch sind seine Bestandteile wenigstens qualitativ unverändert, und fällt die geringfügige Änderung in der relativen Stärke der Teile auch wieder hinweg, wenn sich die Aufmerksamkeit zum Ganzen zurückwendet, während der Gewinnst grösserer Deutlichkeit in Hinsicht der vorher herausgehörten Teile dann gleichwol für das Ganze zurückbleibt.

Auch lässt sich vermuten, dass den schwachen Tönen durch die Verstärkung gleichsam nur Dasjenige zurückgegeben wird, was ihnen von den gleichzeitigen Tönen entzogen wurde, sodass nun wenigstens annähernd diejenige Empfindungsstärke hergestellt wird, die ihnen zufolge der Reizverhältnisse zukommen müsste, wenn sie isolirt empfunden würden. Insofern liesse sich auch sagen, dass der analysirte Klang erst durch die Verstärkung der Teiltöne sich dem Eindruck nähert, wie wir ihn der Objectivität gemäss hören müssten. (Vgl. I 374.) Die Veränderung des zu Analysirenden liesse sich also hier teleologisch,

im Interesse der objectiven Zuverlässigkeit des Urteils, rechtfertigen, während sie sonst teleologisch absurd erscheint.

7. **Ist es möglich, streng gleichzeitig mehrere Klangteile aufmerksam herauszuhören?**

Es versteht sich von selbst, dass überall, wo eine aufmerksame Analyse im engsten Sinn dieser Worte stattfindet, gleichzeitig eine Mehrheit von Tönen (Klängen) mit Aufmerksamkeit wahrgenommen wird. Die Analyse besteht ja nach unsrer Definition eben in der Wahrnehmung einer Mehrheit. Aber damit ist die Frage hinsichtlich des gleichzeitigen Heraushörens einzelner Glieder noch nicht erledigt. Die Meisten werden sogar geneigt sein, sie hier zu verneinen. Es scheint ihnen gleichsam in der Natur des Aufmerkens zu liegen, dass immer nur Eines im Vordergrund steht. So ganz apriori kann dies aber doch nicht hingestellt werden. Es könnte sich nur etwa um den vereinigten Eindruck der Erfahrungen oder um eine schnell in der Phantasie anzustellende und jederzeit zu wiederholende Probe handeln. Auf Grund solcher Zeugnisse könnte Einer zu der Meinung kommen, dass ein scheinbar gleichzeitiges Heraushören immer nur auf dem schnellen Wechsel in der Richtung der Aufmerksamkeit beruhe. Allein wie will er dieses „immer" beweisen, wenn ein Anderer an sich auch nur in wenigen Fällen deutlich ein streng gleichzeitiges Heraushören beobachtet haben will? Überdies beziehen sich jene Erfahrungen vorwiegend auf zusammengesetztere Fälle, wie diejenigen des Aufmerkens auf zwei gleichzeitige Reden, wo es sich nicht blos darum handelt sie zu hören, sondern auch sie zu verstehen, also zwei Gedankenreihen zugleich zu hegen. Auch die Erfahrungen am Gesichtssinn mögen Viele bestimmen, wo aber die Notwendigkeit eines abwechselnden Fixirens mehrerer Gegenstände (von einer gewissen Grösse an) nur durch den Bau der Netzhaut bedingt ist, die uns nur eine kleine Stelle für das deutliche Sehen zur Verfügung stellt.

Nach unsren allgemeinen Erörterungen lässt sich obige Frage auch so aussprechen: Ist es möglich, dass mehreren Teilen eines analysirten Empfindungsganzen zu gleicher Zeit ein

besonderes (nicht: ein ausschliessliches) Interesse zugewandt ist? So die Frage gestellt, ist von vornherein zu vermuten, dass die Möglichkeit im Allgemeinen vorliegt und es sich nur darum handeln wird, die Bedingungen eines solchen Vorkommnisses genauer anzugeben. Dazu gehören nun gewiss eine grössere individuelle Fertigkeit im Analysiren und Heraushören überhaupt und in der festen Richtung der Aufmerksamkeit auf bestimmte Teile eines Klangganzen. Ausserdem aber ist, wie mir scheint, das gleichzeitige aufmerksame Heraushören oder Beachten mehrerer Componenten an zwei allgemeine Bedingungen geknüpft:

a) Die Componenten müssen als Glieder eines bestimmten Verhältnisses aufgefasst werden, welches zu dem Verhältnis der blossen Gleichzeitigkeit noch hinzukommt, z. B. als Glieder eines gewissen Intervalles (ohne dass dieses dem Namen nach bekannt zu sein braucht). Ja, wenn in einem solchen Fall das Interesse sich dem Verhältnis als solchem zuwendet, so kann es nicht blos, sondern muss es zugleich beiden Gliedern zugewandt sein. So ist es z. B. beim Stimmen eines Intervalles. Es sei die Aufgabe, zwischen der e^2-Saite einer Violine und der a^1-Saite das reine Quintenverhältnis herzustellen. Obgleich die Manipulation sich in diesem Fall gewöhnlich nur auf die eine der beiden Saiten erstreckt, indem die andere vorher fest gegeben ist, so setzt doch das Urteil, ob bei einer gewissen Höhe der e^2-Saite das reine Quintenverhältnis erreicht sei oder nicht, allemal ein streng gleichzeitiges Aufmerken auf beide Töne voraus [1]). Wäre die Aufmerksamkeit immer nur ab-

---

[1]) Es geschieht während des Stimmens auch gelegentlich, dass man die einzelnen Saiten für sich angibt. Dies hat teils den Zweck, ihre sg. Reinheit im isolirten Zustand, nämlich ihre gleichmässige Structur zu constatiren (der Ton unreiner Saiten hat etwas unsicher Schwankendes und Näselndes), teils den Zweck, sich die genaue Höhe der Saite auch einmal im isolirten Zustand einzuprägen, was für den Musiker zwar nicht zur Analyse des Zusammenklanges notwendig, aber zur Erleichterung des Geschäftes der Aufmerksamkeit beim nachherigen Intervallurteil doch zuweilen angenehm ist. Mit diesem, der eigentlichen

wechselnd auf den einen und dann auf den anderen Ton gerichtet, so könnte sie niemals auf das Verhältnis beider gerichtet sein, da das Verhältnis eben nur in seinen Gliedern wahrnehmbar ist.

Dasselbe findet statt, wenn einer von mehreren Tönen auch nur als der höhere oder tiefere gegenüber einem anderen erkannt wird: die Aufmerksamkeit muss auch dann notwendig auf den anderen mit gerichtet sein.

Auf diese Art können wir aber nicht blos zwei sondern auch eine grössere Anzahl von Componenten zugleich beachten, wenn wir sie z. B. alle als untereinander consonirend erkennen, wie beim Drei- oder Vierklang, vorausgesetzt, dass dies nicht blos aus dem Fehlen von Schwebungen oder aus sonstigen Kennzeichen erschlossen, sondern aus den Tönen selbst unmittelbar erkannt wird, und auch dieses nicht in einer Reihe aufeinanderfolgender Vergleichungen je zweier von ihnen, sondern in Einem Urteilsact. Man kann zwar die Frage aufwerfen, ob wir überhaupt in irgend einer Beziehung mehr als zwei Elemente auf einmal vergleichen können. Es scheint mir dies aber nicht schlechterdings unmöglich; zum mindesten dürfte, wenn ein paarweises Vergleichen vorausgegangen ist, ein solches geistiges Zusammenschauen des Vielen in Einem Blick (PLATO's *συνιδεῖν*) möglich sein.

Vielleicht muss man noch unterscheiden zwischen dem Fall, wo die Aufmerksamkeit dem Verhältnis als solchem zugewandt ist z. B. dem Intervall, während die Töne nur eben als Glieder, als Materie, Fundament des Verhältnisses mitbeachtet werden müssen, und dem Fall, wo die Aufmerksamkeit auf die Töne direct und primär gerichtet ist, während deren Verhältnis nur eben als conditio sine qua non des gleichzeitigen aufmerksamen Vorstellens mitbeachtet wird. Im ersten Fall hätten wir ein Interesse an den Tönen nur s. z. s. um des Ver-

---

Stimm-Arbeit von ihrer psychologischen Seite, hat jenes Verfahren direct nichts zu tun.

Zuzugeben ist auch, dass eine gleichmässige Verteilung der Aufmerksamkeit in unsrem Falle nur sehr kurze Zeit statthat. S. u.

hältnisses willen, im zweiten umgekehrt. Es scheint mir allerdings, dass diese Fälle einen wirklichen Unterschied unsrer jeweiligen Gefühlsverfassung ausmachen. Aber wir wollen die etwas spitzige Frage hier auf sich beruhen lassen, da ich Nichts darüber vorzubringen wüsste als dass es mir so scheint, und daher anders Denkende nicht zu überzeugen vermöchte[1]).

[1]) Die Notwendigkeit, eine Vielheit von Objecten in einer gewissen Beziehung zu einander zu denken, wenn man sie zugleich mit Aufmerksamkeit auf jedes einzelne vorstellen will, ist öfters von Psychologen betont. Thomas von Aquino sagt (und die Lehre geht auf Aristoteles zurück): „Intellectus noster non potest simul actu cognoscere nisi quod per unam speciem cognoscit.“ (Summa theologica p. I q. 86 a. 2 corp.) Bezüglich des sinnlichen Vorstellens s. Lotze in „Seele und Seelenleben“, Wagner's Hdw., abgedr. in den „Kleinen Schriften“ II 114.

Lotze verlangt hier speciell eine „dramatische Beziehung“. „Zugleich sich eine Schlange und einen Löwen vorzustellen, ist unerreichbar; den Kampf beider können wir dagegen wol vorstellen, obgleich auch hier die Aufmerksamkeit, wenn sie von diesem Verhältnisse sich auf die Gestalt der Kämpfer schärfer richten wollte, immer nur von der einen abwechselnd zur anderen überspringen würde.“ Diese Behauptung hängt hier zusammen mit der anderen, dass wir nur durch Reproduction eigener „Strebungen“ etwas deutlich und vollständig vorstellen könnten; weshalb wir uns z. B. einer Melodie nur dann erinnerten, „wenn wir sie, was fast immer zu geschehen pflegt, selbst mit leisen innerlichen Strebungen begleitet haben“. So, meint Lotze, müssen wir uns in den Löwen und die Schlange als Selbstkämpfende hineindenken, um sie gleichzeitig vorstellen zu können. Diese Lehre von der notwendigen Vermittelung der eigenen Strebungen hat er, scheint es, später aufgegeben, wie sie denn auch sehr bestreitbar ist. Damit fällt auch der Grund, speciell eine „dramatische“ Beziehung zwischen der gleichzeitigen Mehrheit von Objecten zu verlangen.

Von Interesse ist es, dass Lotze in dem Löwenbeispiel nur den ersten der oben unterschiedenen Fälle für möglich halten will: dass nämlich die Aufmerksamkeit, solange beide Objecte wirklich zugleich vorgestellt werden sollen, primär auf das Verhältnis als solches gerichtet und die Objecte nur mitbeachtet werden. Übrigens ist der Gesichtssinn zur Discussion dieser ganzen Frage weniger geeignet wegen des schon oben erwähnten Umstandes. Wie wir durch die Kleinheit der Stelle des deutlichen Sehens beim wirklichen Sehen aller einigermassen grösseren Gegenstände zu Bewegungen genötigt sind, so müssen wir auch, scheint mir, in der blossen Phantasie zwei Gesichtsobjecte sehr klein und sehr

b) Die Aufmerksamkeit muss sich unter die mehreren gleichzeitig zu beachtenden Töne verteilen. Eben darum sind günstige Bedingungen im Subject und den Umständen nötig, damit trotz solcher Teilung den einzelnen Tönen noch ein merkliches gesondertes Interesse verbleibe; für weniger Geübte wird es in solchen Fällen besonders nützlich sein, die Componenten vorher einzeln zu hören und sich einzuprägen, gleichsam das Interesse daranzuheften.

Dass wir etwas „mit geteilter Aufmerksamkeit" hören oder sehen, ist zwar eine bekannte Sache und eine gebräuchliche Redeweise („Pluribus intentus minor est ad singula sensus"), bedarf aber nur in den Fällen keiner weiteren Erläuterung, in welchen die Teilung darin besteht, dass wir mit der Aufmerksamkeit zwischen mehreren Objecten hin und her gehen. Für den Fall streng gleichzeitiger Aufmerksamkeit dagegen entsteht die Frage, in welchem Sinn überhaupt ein psychischer Zustand und speciell ein Gefühl sich teilen könne. Wäre es nicht richtiger zu sagen, dass zwei Aufmerksamkeiten vorhanden sind, zwei Gefühle gleicher Art, aber geringerer Intensität, wie die ungeteilte Aufmerksamkeit?

Die Frage kann, wie man sogleich sieht, für beliebige andere Gefühle ebenso gestellt werden. Wenn teils die äussere Erscheinung, teils der Charakter eines Menschen mir Abscheu einflösst, oder auch die Erscheinung Abscheu, der Charakter Achtung, so wird man kaum einen blossen Wechsel beider Gefühle, vielmehr auch ein gleichzeitiges Vorhandensein annehmen müssen, also sogar auch eine Gleichzeitigkeit entgegengesetzter Gefühlsqualitäten. Der Übergang des blossen Wett-

---

nahe aneinander vorstellen, wenn wir sie zugleich aufmerksam vorstellen wollen. Auf das optische Vorstellungsfeld scheinen in dieser wie in vielen anderen Beziehungen (z. B. in der Unmöglichkeit, ein Ding hinter einem anderen vorzustellen) die Eigenschaften des Sehfeldes übergegangen zu sein. Soviel ist gewiss, dass wir Gesichtsdinge, die wir aufmerksam vorstellen wollen, in die Mitte des Vorstellungsfeldes legen; woraus sich schon ergibt, dass sie einander naherücken. Vgl. auch Binet, La Vision mentale, Revue philos. XVII (1889) 365.

streits in Gleichzeitigkeit scheint um so leichter einzutreten, je wesentlicher und vielfältiger die wahrgenommenen Beziehungen zwischen den Objecten sind. Ganz gewiss findet Gleichzeitigkeit statt, wenn wir Eines um des Anderen willen lieben, hassen, fürchten, ersehnen u. s. f.

Aber sicherlich ist es in diesen Fällen wie in dem der Aufmerksamkeit unrichtig, von zwei Lieben, Furchten, Sehnsuchten, Aufmerksamkeiten zu reden. Schon die Sprache sträubt sich mit psychologischem Tacte dagegen (obgleich nicht ganz ausnahmslos, was man von ihr auch nicht verlangen kann). Es ist Ein Gefühlszustand; aber er hat mehrere Seiten oder Teile. Was das besagen will, lehrt uns, wie in anderen Fällen, wo wir von Teilen oder Seiten reden, keinerlei blos begriffliche Untersuchung sondern zuerst wie zuletzt immer nur die Beobachtung; und so wollen wir uns auch über die Möglichkeit der Sache hier nicht weiter den Kopf zerbrechen.

Nicht minder ist es Aussage der Beobachtung, dass die Teilgefühle, und so hier die Aufmerksamkeitsteile, geringere Intensität besitzen als ein ungeteiltes Gefühl für sich allein besitzen kann. Es ist s. z. s. ein disponibler Fonds von Aufmerksamkeit in jedem Moment vorhanden, in den sich die einzelnen Töne teilen müssen. Nur darf man das Gleichnis nicht so weit treiben, die Intensität der ungeteilten Aufmerksamkeit gleich der Summe der Aufmerksamkeitsteile zu setzen: da der Begriff addirbarer Intensitäten hier wie bei den Empfindungen absurd ist.

Dagegen lehrt wieder die Beobachtung, dass die Teilung der Aufmerksamkeit eine gleichmässige und eine ungleichmässige sein kann, dass die Aufmerksamkeit dem einen Ton mit grösserer, dem anderen mit geringerer Intensität zugewandt sein kann. Dieses z. B. wenn uns in einem Accord, dessen Töne wir alle wol beachten, doch Einer ganz besonders auffällt, wie etwa die Durterz im Dreiklang (der „charakteristische Ton") während eines Mollstückes. Dagegen wäre es unrichtig, zu sagen, dass beim Hören eines unanalysirten Einzelklanges die Aufmerksamkeit „vorzugsweise dem Grundton zugewandt

sei". Sie ist dem Klang ausschliesslich als Ganzem zugewandt; dem Grundton dagegen weder ausschliesslich noch vorzugsweise.

Die verschiedene Verteilung der Aufmerksamkeit würde von den letzten, etwas abstracten Betrachtungen wieder zu concreteren führen, nämlich zu der Frage nach den Umständen, durch welche die Art der Verteilung der Aufmerksamkeit auf die Componenten eines isolirten Zusammenklanges, ferner das Wandern der Aufmerksamkeit innerhalb eines solchen, endlich das Verhalten der Aufmerksamkeit beim Heraushören von „Stimmen" innerhalb einer Reihe aufeinanderfolgender Zusammenklänge bestimmt wird. Da aber die Umstände, welche hier massgebend sind, zum grössten Teile nichts anderes sind als Niederschläge musikalischer Gewohnheiten oder Ausflüsse der musikalischen Vernunft, deren Ausbildung sich erst auf Grund der Consonanz- und Intervalllehre begreifen lässt, so tun wir besser, die angedeuteten Ausführungen zu verschieben, bis wir diese kennen gelernt haben.

Zwei Bemerkungen über gleichzeitiges Heraushören sollen noch besonders angeführt werden.

Zuerst eine über gleichzeitiges Heraushören von Obertönen. Auch solche, und überhaupt schwächere Töne neben stärkeren, kann man zu zweien gleichzeitig heraushören unter den angegebenen allgemeinen Bedingungen. Was aber diesen Fall besonders erwähnenswert macht, ist der Umstand, dass (nach meiner Beobachtung wenigstens) mit dem gleichzeitigen Heraushören nicht, wie mit dem einzelner Obertöne, eine Verstärkung verbunden ist. Verstärken kann man immer nur Einen auf Einmal. Vielleicht könnte man sich auf gleichzeitige Verstärkung mehrerer einüben. Naturgemäss geht ja unser Interesse, wenn wir überhaupt etwas heraushören wollen, auf das Einzelne. Es wäre daher begreiflich, wenn selbst bei akustisch Geübten das gleichzeitige Verstärken einer absichtlichen und speciell darauf gerichteten Einübung bedürfte. Sollte es aber allgemein und dauernd unmöglich sein, so könnte der Grund darin liegen, dass es schon einer sehr hohen und fest

auf ihr Object gerichteten Aufmerksamkeit bedarf, um bei einzelnen Tönen Verstärkung zu erzielen, und dass dieser Grad der Aufmerksamkeit in Folge der Teilung hier nicht erreicht werden kann.

Eine zweite Bemerkung betrifft das gleichzeitige Heraushören von Tönen, die durch verschiedene Ohren gehört werden. Fechner hat, veranlasst durch Beobachtungen E. H. Weber's, bei Geräuschen in solchem Falle immer nur Wettstreit finden können[1]; nicht einen Wettstreit der Empfindungen (wie er ausdrücklich S. 542 bemerkt), aber einen solchen der Aufmerksamkeit. So wenn er zwei ähnlich tickende Uhren rechts und links hielt oder sich vor den Ohren kratzte. Dagegen wenn er die Uhren vor ein und dasselbe Ohr hielt, vereinigte sich ihr Ticken, so zwar, dass er das Ticken der einen und anderen überhaupt nicht auseinander zu halten im Stande war.

Wir müssen hier aber solche Fälle, in denen es sich um Erkenntnis und Unterscheidung zweier gleichzeitiger Rhythmen handelt, bei Seite lassen. Sie haben mit der Unterscheidung gleichzeitiger Töne als solcher nichts zu tun. Die Gleichzeitigkeit zweier Rhythmen besteht ja nicht in der Gleichzeitigkeit ihrer einzelnen Schläge (nur hie und da werden periodisch zwei Schläge zusammenfallen), sondern darin, dass die Schläge des einen und des anderen Rhythmus sich zeitlich durchkreuzen und manichfach innerhalb einer gegebenen Zeit mit einander abwechseln. Die Schläge sind nur im Grossen und Ganzen gleichzeitig. Die Aufgabe der Sonderung zweier Rhythmen ist also eine vollständig andere als die der Sonderung zweier Töne.

Dagegen bieten die sonstigen von Fechner erwähnten Geräusche (am Einfachsten reibt man je zwei Finger an einander vor jedem Ohr) allerdings das gleiche Problem wie die Töne. Und da kann ich nun, mag man Geräusche oder Töne (leise angeschlagene Stimmgabeln mittlerer Höhe) benutzen, nicht finden, dass es unmöglich wäre, die Aufmerksamkeit beiden Ohren gleichzeitig zuzuwenden. Es scheint mir nicht einmal

[1]) Abh. d. sächs. Ges. d. Wiss. VII (1860) 537 f.

schwerer als gegenüber zwei Tönen in Einem Ohr. Wenn ich z. B. das Tonintervall zweier rechts und links verteilter Gabeln als eine Quinte erkenne, so ist meine Aufmerksamkeit während des Actes der Beurteilung auf beide Ohren streng gleichzeitig gerichtet[1]).

Bei den Geräuschen gibt es freilich nicht immer ein solches tonales Verhältnis, als dessen Glieder die beiden gleichzeitigen Empfindungen aufgefasst werden könnten, um gleichzeitig Gegenstand der Aufmerksamkeit zu sein. Aber es kann ja auch das blos locale Verhältnis selbst benutzt werden. Man vereinigt beide Geräusche in der Auffassung als Teile eines gemeinsamen Ortsbildes.

Es soll übrigens nicht behauptet werden, dass man Alles mit Allem zusammen vorstellen könne. STRICKER lehrt, man könne nicht zwei Vocale zugleich vorstellen, und streitet hierüber mit PAULHAN (Revue philos. 1884. Anzeiger der k. k. Gesellsch. d. Ärzte in Wien 1885 Nr. 14). Hier möchte ich unterscheiden: ich kann mir allerdings nicht vorstellen, dass ich selbst zwei Vocale zugleich spräche. Aber ich glaube mir wol vorstellen zu können, wie es klingt, wenn zwei andere Personen A und O oder I und U zugleich sprechen, und diese Vocale auch unterscheiden zu können, vorausgesetzt, dass man in verschiedener Tonhöhe spricht, wie ein Mann und ein Weib, oder wenigstens aus verschiedenen Richtungen, von rechts und links. Man hat freilich keine Veranlassung, sich hierin grössere Übung zu erwerben, weil man beim gleichzeitigen Reden Mehrerer schon wegen der Unmöglichkeit des gleichzeitigen Verständnisses nur Einem auf einmal zuhört. Das Verstehen ist aber wieder eine Sache für sich.

Schliesslich füge ich dieser Untersuchung über gleichzeitiges Beachten mehrerer Töne zur Abwehr von Misverständnissen die an sich überflüssige Erinnerung bei, dass es sich nur darum

---

[1]) Dass man beim Heraushören von Beitönen die Aufmerksamkeit mit Vorteil Einem Ohr allein zuwendet, hat seine besonderen Gründe: die Verstärkung kann nicht auf beiden Seiten zugleich erfolgen. Sonst würde auch hier das doppelseitige Heraushören ebenso leicht sein wie das einseitige.

handeln konnte, die Möglichkeit und das Vorkommen einer solchen Leistung der Aufmerksamkeit nachzuweisen. Aber es soll nicht bestritten werden, dass ein streng gleichzeitiges und dazu streng gleichmässiges Aufmerken immer nur kurze Zeit anhalten kann. Ein scheinbar längeres gleichmässiges Verweilen bei den Tönen eines Accords, den Stimmen eines polyphonen Gesanges löst sich bei näherer Betrachtung allemal in ein Oscilliren um jenen Gleichgewichtszustand auf[1]). Doch dies gilt ja nicht blos vom Aufmerken auf zwei gleichzeitige Inhalte sondern vom Aufmerken überhaupt. Beständig wirken ablenkende Reize, und es gelingt ihnen auch immer wieder, die Aufmerksamkeit wenigstens momentan und in geringem Grad ihrem Gegenstand abspenstig zu machen, mögen wir sie noch so sehr auf denselben concentriren[2]). Beim gleichzeitigen

---

[1]) Schon beim Reinstimmen eines Intervalles wechselt gleichmässige mit ungleichmässiger Verteilung. Nach dem ersten mit gleichmässig verteilter Aufmerksamkeit gehörten Eindruck hat der Musiker ein Urteil, ob das Intervall rein ist oder nicht. Meistens schliesst sich daran sogleich auch die Erkenntnis, ob es erweitert oder verengert werden muss; und in diesem Falle concentrirt sich die Aufmerksamkeit nun vorwiegend auf einen der beiden Töne, um sich dann wieder nach geschehener Veränderung beiden gleichmässig zuzuwenden. Der angehende Stimmer pflegt, wenn er die mangelnde Reinheit erkannt hat, durch Hin- und Herdrehen des einen Zapfens zu probiren, auf welchem Wege Besserung erzielt werden kann; wobei dann derselbe Wandel der Aufmerksamkeit stattfindet.

[2]) Diese allbekannten Schwankungen in der Richtung und auch in der Intensität des Aufmerkens sind nicht zu verwechseln mit den Schwankungen in der Intensität von Empfindungen, denen die Aufmerksamkeit zugewandt ist; wenn auch an sich eine Verstärkung solcher Empfindungen in gewissen Fällen die Folge einer Zuwendung (bez. Verstärkung) der Aufmerksamkeit und eine Schwächung der Empfindungen die Folge ihrer Abwendung (Schwächung) sein kann. Wir können das entsprechende Verhalten der Aufmerksamkeit in solchen Fällen durch (nachträgliche) Selbstbeobachtung als die Ursache constatiren. Dagegen vollziehen sich jene Schwankungen schwacher Empfindungen nach demselben Zeugnis unabhängig von der Aufmerksamkeit und gründen sicher in anderen nervösen Processen als denjenigen, welche etwa der Aufmerksamkeit zu Grunde liegen. Münsterberg hat daher (Beitr. z. exp. Psych. II 69 f.) mit Recht

Aufmerken werden solche Ablenkungen, wenn sie vom Ganzen zu den Teilen hin und zurück stattfinden, den Erkenntniszwecken förderlich. Dieser bekannten Beweglichkeit der Aufmerksamkeit steht aber auch eine schon (I 391) erwähnte Trägheit zur Seite, der zufolge doch eine gewisse Grösse des ablenkenden Reizes erforderlich ist. Und es ist zum Verständnis ihrer Leistungen bei der harmonischen und polyphonen Musik durchaus notwendig, nicht blos die Fähigkeit eines schnellen Hin- und Hergehens zwischen den Stimmen sondern auch die eines streng gleichzeitigen und in gewissen Fällen auch ganz oder nahezu gleichmässigen Beachtens mehrerer Töne und Stimmen hervorzuheben. Dies wird durch die Ausführungen im folgenden Bande wol einleuchtend werden. Vorläufig dürfte die allgemeinere psychologische Bedeutung der Frage die vorstehende Erörterung hinlänglich rechtfertigen.

§ 23. Bedingungen für die Zuverlässigkeit der Analyse und des Heraushörens.

Wie Wahrnehmungen überhaupt nicht notwendig wahr sind, weder subjectiv noch objectiv, so gilt dies auch von der Analyse und dem Heraushören. Und wie wir in § 12 die Bedingungen zusammenstellten, von denen die Zuverlässigkeit eines Urteils über aufeinanderfolgende Töne abhängt, so versuchen wir jetzt das Gleiche in Betreff der Analyse und des Heraushörens bei gleichzeitigen Tönen. Es handelt sich also hier nicht um die unentbehrlichen Voraussetzungen, von welchen das Zustandekommen einer Analyse abhängig ist (zu denen z. B. die Aufmerksamkeit nicht gehören würde), sondern um die Einflüsse, welche ihre Zuverlässigkeit erhöhen oder vermindern. Vollständigkeit der Übersicht ist dabei unser Hauptzweck. Da einige der Bedingungen im Vorangehenden ausführlich untersucht sind, genügt es, an das Wesentlichste zu erinnern; über

---

gegen die Aufbauschung solcher Schwankungen zu wunderbaren Wesenseigentümlichkeiten der Aufmerksamkeit protestirt.

andere wird das Nötige hierselbst beigebracht. Unter Zuverlässigkeit ist die objective verstanden. Wir nennen also die Analyse, das Heraushören richtig, wenn objectiv mehrere Schwingungsarten vorhanden sind und auch die sonstigen etwa angegebenen Bestimmungen über die gehörten Töne objectiv zutreffen. Nach der allgemeinen Aufzählung und Charakteristik der Bedingungen besprechen wir einige Classen von Fällen besonders, deren Unterordnung unter die allgemeinen Erklärungsprincipien zu Zweifeln Anlass gibt.

1. Übersicht der Bedingungen.

Folgende Factoren sind es, von welchen die Zuverlässigkeit der fraglichen Urteile abhängt:

a) Die qualitative Distanz der gleichzeitig empfundenen Töne (der Grad ihrer Unähnlichkeit oder ihr Höhenabstand, als Empfindungsunterschied betrachtet). Es lässt sich verstehen, dass die Analyse und das Heraushören um so leichter sein werden, je weiter die Töne für unsre Empfindung (nicht blos auf dem Clavier oder in Schwingungszahlen) von einander tonal abstehen. Je grösser der Unterschied, um so leichter die Unterscheidung (mit welcher ja Analyse gegeben ist), um so leichter auch die Teilwahrnehmung eines einzelnen unter ihnen; sie heben sich besser von einander ab. Mehrfach haben wir bereits diesen Umstand zu Erklärungen benutzt, z. B. für die verschiedene Leichtigkeit, mit der Intervalle von gleicher Verschmelzung analysirt werden, wie Octave und Doppeloctave, Sexten und Terzen, alle dissonanten Intervalle unter einander[1]).

Unterhalb einer gewissen Grösse der Tondistanz wird Analyse und Heraushören überhaupt unmöglich. Es gibt eine qualitative Schwelle der Unterscheidbarkeit gleichzeitiger Töne. Dieselbe fällt keineswegs mit derjenigen für aufeinanderfolgende Töne zusammen, sondern liegt bedeutend höher.

Den einfachsten Beweis liefern die Empfindungen beider Ohren, zwischen denen die meisten Menschen eine Verschiedenheit in der Tonhöhe wahrnehmen, wenn sie den gleichen ob-

---

[1]) Oben S. 139, 154, 170, 178, 183.

jectiven Ton successive rechts und links hören, während sie bei gleichzeitigem Hören nur Einen zu hören glauben.

Bei meinen Ohren beträgt der Höhenunterschied für c^2 4 Schwingungen, d. i. $^1/_{16}$ Ton. Um so viel höre ich den Ton rechts höher als links. Ich habe dies dadurch ermittelt, dass ich von zwei c^2-Gabeln die eine durch Ankleben von Wachs so weit vertiefte, dass sie rechts gehalten der anderen links gehaltenen bei abwechselndem Hören gerade gleich erschien[1]).

Wenn ich nun das Wachs wieder entferne und die Gabeln wie vorher an beide Ohren verteile, so vernimmt hienach das rechte Ohr einen um $^1/_{16}$ Tonstufe höheren Ton als das linke. Dieser Unterschied, der bei der Aufeinanderfolge der Töne weit übermerklich ist, wird bei gleichzeitigem Erklingen vollkommen unmerklich. Ich glaube einen und denselben Ton zu hören.

Wir können aber den Unterschied auch noch vergrössern, indem wir die Gabel vor dem tieferhörenden Ohr durch angeklebtes Wachs vertiefen. In diesem Fall können allerdings durch starken Anschlag auch bei verteilten Gabeln Schwebungen auftreten, bei schwächerem Anschlag sind sie aber nicht oder nur durch besonders darauf concentrirte Aufmerksamkeit wahrzunehmen. Ich kann nun z. B., wenn die linke Gabel so verstimmt ist, dass sie mit der anderen vor Einem Ohr 8 Schwebungen macht, beim gleichzeitigen Hören durch verschiedene Ohren immer noch nicht die Zweiheit erkennen. Der Unterschied beträgt in diesem Falle mit Hinzurechnung der natürlichen Differenz der Ohren 12 Schwingungen. Bei 16 Schwebungen dagegen oder einem Unterschied von 20 Schwingungen ist der Eindruck entschieden unrein. Die gleichzeitige Schwelle beträgt also unter diesen Umständen zwischen 12 und 20 Schwingungen; während man bei der Aufeinanderfolge den Unterschied von einer halben Schwingung noch gut bemerken kann[2]).

---

[1]) Ich hatte den Unterschied vorher auf $^1/_8$ Ton geschätzt. Wieder ein Beispiel, wie man kleine Distanzen überschätzt (I 130, 259—60).

[2]) Es ist mir bei diesen Versuchen (Juli 1889) aufgefallen, dass die Differenz meiner beiden Ohren von der tiefen bis zur mittleren Region das Vorzeichen wechselte, indem ich Töne der kleinen Octave

Aber auch endlich, wenn wir Einem Ohr zwei objective Töne von einer bei der Aufeinanderfolge eben noch leicht merklichen Verschiedenheit zugleich darbieten, vernehmen wir nur Einen Ton. Hier muss die Verstimmung der einen Gabel noch mehr betragen als vorhin, wenn eine Unreinheit des Klanges deutlich merkbar sein soll. Die Schwebungen können in diesem Falle allerdings eine objective Mehrheit von Tönen verraten. Aber einerseits sind sie kein untrügliches Kennzeichen, da auch ein einzelner Ton periodischen Intensitätsschwankungen unterliegen kann; andererseits wird, auch wenn sie als Kriterium benützt werden, die Mehrheit dann doch nicht unmittelbar erkannt, und nur um solche unmittelbare Beurteilung handelt es sich hier. Der Hörende und Urteilende selbst vermag dies sehr wol auseinander zu halten. Auch können die Schwebungen unter Umständen so langsam erfolgen, dass sie während einer zur Urteilsbildung hinreichenden Zeit noch nicht merklich werden, zumal wenn die Aufmerksamkeit nicht vorher

---

links höher hörte als rechts. Ich hatte damals nur wenige Gabeln zur Verfügung, doch umfassten sie einen grossen Tonbezirk. Eben während ich Obiges zum Drucke sende, erhalte ich 94 Gabeln vom A_1 bis über c^4 hinaus, und kann nun Genaueres angeben. Es finden drei Hauptwendepuncte statt. Bis *d* höre ich rechts höher, von *e* bis f^1 links, von da bis e^3 rechts, dann wieder links. In der Nähe der Wendepuncte verringert sich natürlich die Differenz. Zwischen cis^2 und fis^2 ist aber noch eine geringe Ausbiegung nach der umgekehrten Seite, indem ich d^2 und e^2 links um eine Idee höher höre. Der Betrag von 4 Schwingungen für die Differenz bei c^3 fand sich auch jetzt wieder.

Dieses merkwürdige Verhalten könnte, wenn es abnorm ist, in Zusammenhang stehen mit einer zweimaligen Paracentese, welcher das rechte, und einer einmaligen, welcher das linke Trommelfell (während zweier Krankheiten Februar und April 1889) unterworfen werden musste, und mit einer vorübergehenden Vertiefung aller Töne von *c* bis c^4 für das linke Ohr im letzteren Falle.

Vergleichende Untersuchungen hierüber bei verschiedenen Personen, die einer sehr genauen Tonunterscheidung fähig sind, wären von Interesse. Herr Mechaniker Wesselhöft fand für seine Ohren die Gabeln *c*, c^1, a^1, c^3, c^4 durchweg rechts höher.

Auf den Betrag der Schwelle in den verschiedenen Tonregionen kann der eben besprochene Umstand jedoch keinen Einfluss haben.

darauf gelenkt ist. Aber selbst wenn dies Letztere der Fall ist, kann das Urteil schneller sein als die Schwebung. So ist es mir z. B. bei *C* und *E* auf der Orgel (Differenz 16 Schwingungen, also ebensoviel Schwebungen in der Secunde) klar gewesen, dass ich zwei Töne hörte, ehe ich noch Schwebungen wahrnahm. A_1 und *C* (Differenz 11 Schwingungen), oder F_1 und A_1 (Differenz ebensoviel) konnte ich nicht mehr auseinanderhalten. In der Aufeinanderfolge ist mir die Verschiedenheit auch dieser letzteren Töne ohne Weiteres klar. Daher kommt es auch, dass der Contrabassist seine Saiten nicht, wie der Geiger, durch gleichzeitiges Anstreichen stimmt.

Übrigens wird man am Clavier, an dem Harmonium, den Streichinstrumenten in allen Regionen geringere Schwellenwerte finden als bei verteilten Gabeln. Sogar *C* und *Des*, c^3 und des^3 hält man in der Musik noch sehr wol auseinander, wenn sie gleichzeitig vorkommen. Über diese grössere Leichtigkeit der Analyse bei schärferen Klängen s. 2, a. Aber immer bleibt die Unterscheidungsschwelle unter gleichen Umständen grösser als bei aufeinanderfolgenden Tönen.

Ich bin nach dem Vorstehenden nicht (mit Wundt I 426) der Meinung, dass die qualitative Schwelle nur bei aufeinanderfolgenden Tönen überhaupt ermittelt werden könne; wenn auch die gleiche Genauigkeit in unsrem Fall nicht zu erreichen sein wird. Es sind immer nur einzelne, besonders ausgesuchte Classen von Fällen, wo Schwebungen ganz unwahrnehmbar gemacht werden können. Immerhin kann sich das Urteil auch da, wo sie unvermeidlich bleiben, mehr oder weniger von ihrem Einflusse emancipiren. Sonst müsste ja selbst bei *c* und *d* kein Urteil möglich sein, ob wir einen oder zwei Töne hören, bez. immer nur auf Einen geraten werden. Somit kann man sich durch Übung eine wachsende Fähigkeit in der Abstraction von dieser Nebenerscheinung erwerben. In gewissem Grade ist solche Übung bei Musikalischen bereits ausgebildet. Aber auch Unmusikalische, welche in der Regel mehr als Musikalische auf Nebenerscheinungen achten, habe ich fähig gefunden, davon zu abstrahiren (o. 162). Um sich ganz systematisch darin zu üben, müsste man sich den Unterschied des Eindrucks einprägen, welchen

zwei naheliegende gleichzeitige Töne einschliesslich ihrer Schwebungen machen und welchen ein einzelner dieser Töne (oder ein zwischen ihnen liegender) macht, wenn man ihm künstlich periodische Intensitätsschwankungen von gleicher Anzahl und Stärke erteilt. Dadurch würde man lernen, die Aufmerksamkeit immer mehr auf das beide Fälle unterscheidende rein tonale, qualitative Moment zu concentriren. Ja man könnte bei jedem einzelnen Falle einer auszuführenden Versuchsreihe diesen Controlversuch machen. Solange der Unterschied beider Fälle noch merklich ist, solange wird man sagen dürfen, dass die gleichzeitigen Töne noch als Mehrheit wahrgenommen und qualitativ unterschieden werden.

Ein anderes und schlimmeres Hindernis würden uns die Schwebungen dann bereiten, wenn es wahr wäre, dass zwei schwebende Töne überhaupt nicht als Mehrheit gleichzeitiger Töne zur Empfindung kämen, sondern als Ein Ton von periodisch wechselnder Höhe; wie manche Akustiker behaupten. Dass dies nicht richtig ist, werden wir im § 27 zeigen.

Ausser dem Verhältnis der gleichzeitigen zur successiven Schwelle ist auch das Verhalten der gleichzeitigen Schwelle in verschiedenen Tonregionen von Wichtigkeit. Während die analoge Frage bei aufeinanderfolgenden Tönen mehrfach untersucht und besprochen ist (§ 14), liegt hier auch in dieser Beziehung bisher noch nicht das Mindeste vor.

Oben ist bereits erwähnt, dass dicht unterhalb der grossen Octave selbst Terzen mit 11 Schwingungen Differenz gleichzeitig nicht mehr auseinandergehalten werden können. Für die grosse Octave habe ich wiederholt (1876 und 1889 im Würzburger physikalischen Institut) mit den schönen König'schen Gabeln für die Lissajou'schen Figuren hiehergehörige Versuche gemacht. Die Gabeln, mit starken Holzgriffen versehen, geben die Töne *C* (2 Gabeln), *D*, *F*, *A*, *c*. Das eine *C*, sowie die übrigen Gabeln bis *c* sind mit Laufgewichten versehen, wodurch sie bis zu einem Ganzton höher gestimmt und so alle möglichen Combinationen erzeugt werden können. In der unteren Hälfte der grossen Octave fand ich hiermit die gleichzeitige Unterscheidungsschwelle bei Verteilung zweier Gabeln

an beide Ohren etwa gleich einem Ganzton, d. h. etwa gleich 8 Schwingungen Differenz, in der oberen Hälfte etwa gleich einem Halbton, d. h. ebenfalls gleich etwa 8 Schwingungen Differenz.

Bei c^1 beträgt sie gleichfalls etwa 8 Schwingungen, d. h. einen Viertelton. In der Gegend des c^2 liegt sie nach dem Obigen zwischen 12 und 20 Schwingungen, was in dieser Region einem Viertelton entspricht. In der dreigestrichenen Octave endlich fand ich sie (an den APPUNN'schen für PREYER angefertigten Gabeln von 1000 bis 2000 Schwingungen mit je 100 Schwingungen Differenz) durchschnittlich geich 100 Schwingungen Differenz oder $^3/_4$ Ton: die Gabeln von 1000 und 1100 Schwingungen konnte ich noch eben unterscheiden, Herr Dr. K. SCHÄFER, welcher in diesen Fällen mitbeobachtete, nicht mehr; und die Gabeln 1500 und 1600 (Halbton in der Mitte der dreigestrichenen Octave) erschienen auch mir als Ein Ton, höchstens noch mit einem Anflug von Unreinlichkeit.

Sowol die relative Unterscheidungsfähigkeit (gemessen am Quotienten der Schwingungszahlen) als die absolute (gemessen an ihrer Differenz) ist also — das folgt schon aus diesen fragmentarischen Beobachtungen — auch bei gleichzeitigen Tönen nicht constant von der Tiefe zur Höhe. Die relative nimmt von der Tiefe bis zu einer mittleren Region zu, dann wieder ab; die absolute nimmt einfach ab (selbstverständlich auch in den höchsten Regionen, wo ja schon die successive Unterscheidungsfähigkeit enorm abnimmt).

Diese Beobachtungen bestätigen alle zugleich auch wieder die vorangehende Behauptung über das Verhältnis der gleichzeitigen zur successiven Schwelle: denn alle eben angeführten Unterschiede sind bei Aufeinanderfolge der Töne noch weit übermerklich.

Fragen wir nun nach dem Grunde der beiden gefundenen Tatsachen, so ist die zweite derselben, das Verhalten der Unterscheidungsfähigkeit in verschiedenen Regionen, wol keiner anderen Erklärung bedürftig und fähig, als sie für das analoge Verhalten bei aufeinanderfolgenden Tönen I 324—326, 332 f.

gegeben ist: der Grund ist wesentlich in dem Verhalten der Unterschiedsempfindlichkeit zu suchen, mit anderen Worten: in der Construction der die Tonempfindungen vermittelnden nervösen Einrichtungen. Übungsunterschiede würden hier so wenig wie dort zur Erklärung ausreichen, obgleich dieselben auch hier nicht ganz unbeteiligt sein werden; z. B. mag die auffallend rasche Abnahme der Unterscheidungsfähigkeit in der dreigestrichenen Octave doch auch einigermassen damit zusammenhängen, dass in der Musik Zusammenklänge in dieser hohen Region sehr wenig gebraucht werden (teils weil sie leicht unangenehme Nebenwirkungen mit sich führen, wie die heulenden Differenztöne beim geringsten Schwanken, teils weil die höher liegende Melodie gern von den begleitenden Accorden durch einigen Zwischenraum getrennt wird, wodurch diese in die mittlere oder tiefere Region verwiesen sind).

Die Veränderung des Schwellenwertes von Region zu Region bedarf also keines neuen Erklärungsgrundes und liefert für das bei aufeinanderfolgenden Tönen Gefundene nur eine Bestätigung.

Warum aber liegt die Schwelle überhaupt bei gleichzeitigen Tönen höher als bei aufeinanderfolgenden?

Erinnern wir uns zuerst auch hier, dass wir es bei allen erwähnten Beobachtungen direct nur mit der Wahrnehmungs-, speciell Unterscheidungsschwelle zu tun haben und auf die Empfindungsschwelle nur etwa aus dieser schliessen können. Für die Wahrnehmungsschwelle kommt aber ausser der qualitativen Distanz auch die Verschmelzung der gleichzeitigen Töne in Betracht, welche unabhängig von ihrer Distanz dahin wirkt, sie als Einen Ton erscheinen zu lassen; denn es ist ja auch den innerhalb einer kleinen Terz liegenden Toncombinationen noch eine gewisse Verschmelzung eigen. Es fragt sich daher nur, ob dieser Umstand für sich allein schon genügt, die Erhöhung der Unterscheidungsschwelle zu erklären.

Wir müssen hier die beiden oben erwähnten Versuchsclassen auseinanderhalten: den Fall, wo zwei gleichzeitige ungleiche Töne einem und demselben Ohr und wo sie verschiedenen Ohren

angehören. Im ersteren Fall (wohin auch die gewöhnlichen Fälle gleichzeitiger Töne gehören, wo jedes Ohr beide Töne empfängt) tritt bei fortschreitender Verringerung des objectiven Tonunterschiedes an die Stelle zweier Empfindungen zuletzt eine einzige, auch wenn die bezüglichen Töne nacheinander noch zu unterscheiden sind. Wir werden dies in § 27 nach Beobachtungen wahrscheinlich machen und physiologisch erklären. Innerhalb eines Ohres also liegt die Empfindungs-, nicht blos die Wahrnehmungsschwelle höher als bei aufeinanderfolgenden Tönen; und zwar besagt die Tatsache der Schwelle hier nicht wie sonst, dass die beiden Töne in der Empfindung gleich, sondern dass sie Einer werden.

Diese Empfindungsschwelle unterliegt wol grossen individuellen Verschiedenheiten, namentlich zwischen Musikalischen und Unmusikalischen. Für die Letzteren dürfte sie z. B. in der dreigestrichenen Octave schon etwa mit Terzen gegeben sein; wenigstens ist die ganz auffallende Unfähigkeit der Unterscheidung bei mehreren von den Versuchspersonen aus § 19 S. 163 kaum anders zu deuten.

Wenn dagegen die beiden Töne, deren Unterschied in der Aufeinanderfolge noch übermerklich ist, bei der Gleichzeitigkeit aber unmerklich wird, verschiedenen Ohren angehören, so handelt es sich, wie ich glaube, nicht um ein Einswerden. Sie bleiben auch bei der Gleichzeitigkeit zwei Empfindungen und zwar von ungleicher Höhe. Ihr Unterschied ist unbemerkt, aber doch vorhanden. Ich schliesse dies aus dem Umstande, dass es in den beschriebenen Versuchen schwer fällt, auf die Frage zu antworten, ob der gehörte anscheinend einheitliche Ton zwischen den beiden vorher und nachher einzeln gehörten und wol unterschiedenen in der Mitte liegt, oder ob er etwa mit einem derselben zusammenfällt.

Wenn ich bei dem oben beschriebenen Versuch mit den verteilten c^3-Gabeln die vor dem linken Ohr befindliche, also tiefer klingende, entferne, so scheint mir allerdings der Ton der rechten, nun allein gehörten, etwas höher als vorher der gemeinsame Ton; wenn ich jene wieder dazubringe, scheint der

Ton wieder etwas tiefer zu werden. Aber nicht eben so deutlich gelingt die umgekehrte Beobachtung, wenn ich die höhere Gabel entferne und wieder dazubringe. Hier scheint vielmehr die Tonhöhe unverändert, eher noch in gleicher Richtung wie vorhin verändert als in entgegengesetzter. Dasselbe Verhalten des Urteils, aber viel auffallender, ergab sich, als die Gabel vor dem linken Ohr um 8 Schwingungen tiefer gestimmt wurde. Ähnliches auch bei den tiefen Gabeln der grossen Octave mit dem Unterschied eines Ganz- oder Halbtones. Öfters hatte ich hier den Eindruck eines mittleren, in anderen Fällen wieder mehr den des tieferen der beiden Töne; immer aber schien mir die endgültige Bestimmung ziemlich schwierig.

Die absolute Stärke der Töne darf bei allen diesen zweiohrigen Versuchen nicht gross genommen werden, weil sonst durch die Kopfknochen die Schwingungen von jedem Ohr auch in das andere hinübergeleitet und der Ton eines jeden so verstärkt wird. Mit der Verstärkung tritt aber zugleich eine wirkliche Vertiefung ein (I 256, II 104). Der Gesammtton erscheint dann also deutlich tiefer als jeder, auch der tiefere, von beiden. Besonders bei den mittleren Gabeln macht sich dies geltend; und zwar auch wenn die eine verstimmt ist. Es muss eben doch Verstärkung stattfinden, solange die Differenz nicht grösser ist als die einohrige Empfindungsschwelle. Ist sie grösser, dann kann allerdings der herübergeleitete Ton den direct zugeleiteten nicht mehr verstärken.

Die relative Stärke der Töne müsste man genauer (durch elektrische Erregung der Gabeln) zu reguliren suchen, während ich dies nur ungefähr durch entsprechende Kraft des Anschlages für jede Gabel bewirkte und die Beobachtungen in den ersten Momenten machte, ohne das Abklingen abzuwarten, welches ungleich rasch erfolgte. Klingt die eine Gabel erheblich stärker, so tritt natürlich ihr Ton in den Vordergrund. Immerhin ist das Verhalten des Urteils auch schon bei dieser Versuchsweise sehr charakteristisch und dürfte bei genauester Stärkeregulirung sich nicht wesentlich bessern.

Dieses Verhalten ist nun zunächst seltsam genug. Wie kann überhaupt Zweifel darüber Platz greifen, wie sich der

vernommene, anscheinend einheitliche Ton bezüglich seiner Höhe zu den isolirten Tönen verhält? Denn wenn wir diese drei mit einander vergleichen, so geschieht es ja in der Aufeinanderfolge. Ein Ton aber, der etwa in der Mitte zwischen 512 und 516 Schwingungen liegt, ebenso einer, der zwischen *C* und *D* liegt, ist bei der Aufeinanderfolge noch mit Leichtigkeit in dieser seiner Lage zu den beiden anderen zu erkennen; selbst bei merklicher Verschiedenheit der Tonstärke. Ebenso kann für mein Gehör in solchem Falle, wenn der zu vergleichende etwa mit einem der beiden äusseren Töne zusammenfällt oder einem solchen viel näher liegt als dem anderen, die entgegengesetzte Vermutung gar nicht aufkommen.

Daher scheint mir aus dem Schwanken des Urteils, aus der Schwierigkeit in der Bestimmung zu folgen, dass die Empfindung der gleichzeitigen Gabeltöne in diesen Fällen nicht blos eine doppelte, sondern sogar eine ungleiche ist, deren Ungleichheit nicht mehr als solche wahrgenommen wird, sich aber in dem Schwanken des Höhenurteils noch geltend macht.

Hienach halte ich es für wahrscheinlich, dass in allen Fällen, wo wir zwei rechts und links verteilte Gabeln bei successiver Vergleichung noch als verschieden hoch erkennen, auch beim gleichzeitigen Hören ungleiche Tonempfindungen vorhanden sind, und dass nur die Wahrnehmungs- (Unterscheidungs-), nicht aber die Empfindungs- (Unterschieds-)Schwelle in beiden Fällen verschieden ist. Es liesse sich beim zweiseitigen Hören auch nicht so leicht wie beim einseitigen ein wirkliches Zusammenschmelzen der physiologischen Processe annehmen, auf denen die Empfindung beruht.

Der Grund, warum die Unterscheidungsschwelle höher liegt bei gleichzeitigen als bei aufeinanderfolgenden Tönen beider Ohren, kann also in der Tat schwerlich in etwas Anderem gefunden werden als in der Verschmelzung, die allen gleichzeitigen gegenüber aufeinanderfolgenden Tönen eignet.

b) Die absolute und relative Stärke der gleichzeitigen Töne. Bezüglich der relativen Stärke wissen wir, dass eine gleiche Empfindungsstärke für die Analyse und das Heraus-

hören am günstigsten ist und wachsende Ungleichheit zuletzt wiederum zu einer Schwelle (Intensitätsschwelle o. 220 f.) führt, jenseits deren Beides unmöglich ist. Hinsichtlich der absoluten Stärke ist jedenfalls ein mittlerer Grad aller beteiligten Töne die günstigste Bedingung; doch haben kleinere Unterschiede innerhalb dieser mittleren Stärkezone keinen Einfluss. Bei sehr geringer absoluter Stärke muss innere Arbeit auf möglichste subjective Verstärkung verwendet und die Aufmerksamkeit zugleich von etwaigen Nebengeräuschen u. dgl., die hier leicht störend werden, abgezogen werden[1]). Bei sehr grosser absoluter Stärke wiederum stören Mitempfindungen, sowol tonale als sonstige (Berührungs-, Schmerzempfindungen), die Auffassung.

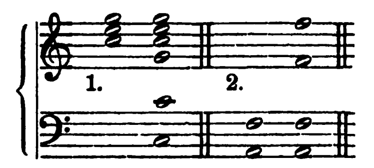
c) Die Verschmelzungsstufen. Den Einfluss derselben auf die Analyse haben wir bereits ausführlich an Unmusikalischen und Ungeübten kennen gelernt. An Musikalischen tritt er nur im Falle ungleicher Stärke (o. 232, 251) oder bei sehr kurzer Dauer der Eindrücke oder bei sonst ungünstigen Umständen hervor, wobei dann Octaven und Quinten auch von Solchen gelegentlich als Einheit aufgefasst werden. Vgl. auch Einiges unter d) und 2.

d) Die Zahl der gleichzeitigen zu analysirenden oder herauszuhörenden Componenten (Töne oder Klänge). Den Einfluss dieses Umstandes müssen wir in mehreren Richtungen gesondert betrachten, indem er ein verschiedenartiger ist je nach der gestellten Aufgabe.

α) Je grösser die Zahl, um so leichter ist natürlich der Gesammteindruck als der einer Mehrheit erkennbar; voraus-

[1]) J. Sully bemerkt in dem 1874 zuerst erschienenen Buche „Sensation and Intuition“ (Basis of musical sensation), dass ein auf dem Clavier angeschlagener Accord beim Ausklingen mit aufgehobener Dämpfung viel weniger leicht zu analysiren sei als vorher. Dies kommt wol hauptsächlich daher, dass einige Töne bald überhaupt verschwinden, besonders die tiefen eher als die übrigen, und dass die Schwebungen, die beim Ausschwingen mehr hervortreten, eine gewisse Rauhigkeit über das Ganze verbreiten, die der Analyse hinderlich wird. Bei ausklingenden Stimmgabelaccorden bleibt die Unterscheidbarkeit die nämliche, solange sie nicht der Intensitätsschwelle naherücken.

gesetzt, dass durch die Vermehrung der Töne nicht zugleich die Distanzen derselben von einander zu klein werden, störende Schwebungen entstehen u. dgl. Auch dann kann sich das Verhältnis umkehren, wenn durch die hinzugefügten Töne die Zahl der Octaven im Zusammenklang vermehrt und überwiegend wird, indem dadurch die übrigen Töne immer mehr gegen die im Octavenverhältnis stehenden im Gesammteindruck zurücktreten, die letzteren selbst aber leicht mit Einem Ton verwechselt werden. So löst sich die Paradoxie, dass durch Hinzufügung von Tönen die sogenannte Einheitlichkeit des Eindrucks erhöht und das Urteil über Einheit oder Mehrheit bei Ungeübten unsicher und falsch werden kann. Z. B.:



Der jeweilige zweite Accord mag von Solchen, die überhaupt unter diesen Umständen noch irren können, als Einheit aufgefasst werden, während sie in dem ersten eine Mehrheit erkennen.

Das erste der angeführten Beispiele, wobei sich die Töne wie 1:2:3:4:5:6 verhalten, gibt uns Veranlassung zur Kritik einer merkwürdigen Behauptung. Wundt sagt (II [3] 53—54): „Die Bedingung für das Zustandekommen der Vorstellung des Einzelklanges ist lediglich die, dass in einer Reihe von Tönen, deren Schwingungszahlen der Reihe der einfachen ganzen Zahlen entsprechen, der Grundton mit der Schwingungszahl 1 in hinreichender Stärke vorkomme.“

Das wäre freilich eine einfache Lösung der ganzen Frage, die wir nun schon so lange verhandeln. Aber eine solche specifische einsmachende Kraft des Tones 1, welche allerdings auch anderen Anhängern der sg. Klangvertretungslehre vorschwebt, wäre in sich selbst erst recht unverständlich und ist auch von Wundt nicht weiter zu erklären versucht worden. Dass sie überhaupt eine Fabel ist, zeigt unser zweites Beispiel.

Auch hier wird durch Hinzufügung von Tönen der Gesammteindruck nur einheitlicher und kann von Ungeübten ebenso und wol noch leichter als im ersten Beispiel mit Einem Klang verwechselt werden; obgleich hier unter den vier Tönen das Zahlenverhältnis 5:8:16:32 besteht. Der Grund liegt vielmehr in beiden Fällen darin, dass durch die Beifügung der weiteren Töne die Octaven (im ersten Fall auch noch die Quinten) unter den entstehenden Intervallen überwiegen. Fügt man noch mehr 𝔈's bez. 𝔉's bei, einerlei ob nach oben oder unten hin, so wird der Eindruck noch einheitlicher. Der einzige Ton e^2 im ersten, A im zweiten Beispiel, der eine geringere Verschmelzung mit den übrigen besitzt, wird im Gesammteindruck immer weniger bemerkt.

Was soll es übrigens heissen, dass der Ton 1 in „hinreichender Stärke" vorkommen müsse? Wundt drückt es auch so aus: er dürfe nicht so schwach sein, dass er gegen die Obertöne verschwinde. Aber wenn das Ganze als Ein Klang erscheint, verschwindet der Grundton ebensowol wie die anderen in dieser Einheit; und solange er von ihnen unterschieden wird, unterscheiden wir auch sie von ihm. Wie sollen wir den Ton 1 als nicht verschwindend gegen die anderen und zugleich das Ganze als Klangeinheit beurteilen?

Die Empfindung der Klangeinheit, sagt Wundt, werde nicht geschwächt, wenn die Obertöne ebenso stark sind, wie der Grundton, ja wenn einzelne ihn sogar übertreffen. „Man kann sich hievon am Obertonapparat überzeugen, wenn man z. B. zuerst den Duraccord 4:5:6 angibt und dann dessen drei Untertöne 1, 2, 3 in gleicher Stärke hinzufügt: die bei dem Dreiklang trotz der auch hier nicht fehlenden Empfindung der Klangeinheit so ausgeprägte Vorstellung eines Zusammenstimmens mehrerer Töne hört augenblicklich ganz auf, und man glaubt nur einen einzigen Klang von sehr voller Klangfarbe zu hören."

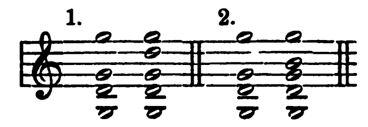
Ich habe den Versuch am Obertonapparat wiederholt. Es verhält sich nicht anders als beim Clavier. Es ist keine Rede davon, dass der Dreiklang durch die tieferen Töne plötzlich zum Einklang würde. Wenn man den Versuch mit den Zungen No. 1 bis 6

selbst macht (er lässt sich auch mit 2, 4, 6, 8, 10, 12 oder mit 4, 8 u. s. f. anstellen), so kommt allerdings noch in Betracht, dass diese tiefen Zungen — die Zunge 1 gibt C_1 — beim gleichzeitigen Ansprechen durch ihre Schwebungen ein ungeheures Geschnatter erzeugen und dadurch Undeutlichkeit in das Ganze bringen. Aber man wird nicht sagen, dass dieses dadurch einheitlicher würde, und jedenfalls ist die Ordnungszahl der Töne daran unschuldig. Die drei Teilnehmer des Versuches, von denen zwei sich eines vorzüglich ausgebildeten Gehörs erfreuen (Prof. Biedermann und Dr. K. Schäfer in Jena), waren über den negativen Ausfall gleich mir keinen Augenblick im Zweifel.

Übrigens müssen wir auch gegenüber der letzterwähnten Äusserung wieder fragen, was es eigentlich heissen solle, dass beim Dreiklang die Empfindung der Klangeinheit nicht fehle und doch die Vorstellung mehrerer Töne ausgeprägt sei. Die Tatsache, welche Wundt im Auge hat, ist die der Verschmelzung. Aber wie er sie hier formulirt, bedeutet sie doch einen einfachen Widerspruch. Dessen Lösung kann nicht etwa in den Ausdrücken Empfindung und Vorstellung gesucht werden, da dieselben hier von Wundt vielfach für einander gesetzt werden und ohnedies das Erfassen der Einheit und das der Mehrheit Sache einer und derselben psychischen Tätigkeit sein muss. Auch kann man nicht sagen, es seien mehrere Töne und Ein Klang. Denn es fragt sich eben, worin psychologisch der Unterschied von Ton und Klang bestände; und physikalisch handelt sich's beim Obertonapparat wie beim Clavier stets nur um Klänge.

β) Je grösser die Zahl, um so schwerer ist es begreiflicherweise, eine Mehrheit von einer anderen benachbarten eben verschiedenen, d. h. um 1 grösseren oder geringeren Mehrheit zu unterscheiden, also den Wegfall oder Zutritt eines Tons zu bemerken. Insofern lässt sich sagen, dass die Wahrnehmung einer Mehrheit, die Analyse, immer undeutlicher wird. Auch in dieser Beziehung können aber die Umstände und vor Allem die Verschmelzungsverhältnisse gewaltige Unterschiede bedingen. Wenn zu einem consonanten Zusammenklang (dessen Glieder in höheren Graden ver-

schmelzen[1])), mag er auch aus sehr vielen Gliedern bestehen, ein einziger dissonanter (mit den übrigen im geringsten Grade verschmelzender) Ton von gleicher Stärke mit den vorherigen hinzutritt, so wird sehr leicht der Unterschied bemerkt. Auch der Ungeübte sagt sogleich: „es ist nicht mehr derselbe Toncomplex, es ist etwas hinzugekommen.“ Entsprechend wenn ein dissonanter Ton aus einem sonst consonanten Zusammenklang hinwegfällt. In geringerem Masse gilt Dasselbe beim Hinzutritt oder Hinwegfall jedes Tons, der eine niedrigere Verschmelzungsstufe in das Ganze bringt. Man vergleiche das 1. mit dem 2. Beispiel:



Der Unterschied wird viel leichter bemerkt bei 2 als bei 1. Selbst Musikalische unterscheiden oft nicht den Dreiklang vom Vierklang, der noch die Octave des Grundtons enthält.

Fügen wir zu einem Zusammenklang, der bereits Einen dissonanten Ton enthält, einen weiteren dissonanten hinzu u. s. f., so wächst wieder die Schwierigkeit, die Veränderung wahrzunehmen, mit der Zahl der bereits vorhandenen Töne, auch wenn nicht besondere Störung durch starke Schwebungen eintritt (was durch geeignete Wahl der neu hinzukommenden Töne vermieden werden kann).

Bei der Vermehrung kommt auch in Betracht, dass gleichzeitige Töne einander etwas schwächen, doch kann ja dieser Verlust durch entsprechende objective Verstärkung ungefähr ausgeglichen werden.

[1]) Ich identificire hier wie auch gelegentlich an anderen Stellen dieses Bandes Consonanz bereits mit höheren Verschmelzungsstufen und rechne die Dissonanzen zur niedrigsten, obgleich erst im folgenden Bande diese Begriffsbestimmungen gerechtfertigt werden. Die tatsächliche Parallelität wenigstens ist unverkennbar (abgesehen noch von den feineren Unterschieden innerhalb dieser zwei Hauptclassen). Und so mag man die Anwendung obiger Ausdrücke zunächst als kurze Bezeichnungsweise gelten lassen.

Es wären hier noch Versuche zu machen, mit welcher Anzahl von Tönen (consonanten — dissonanten, besonders ersteren) die Fähigkeit der Unterscheidung benachbarter Mehrheiten bei verschiedenen Individuen, besonders den geübtesten, ihre Grenze erreicht. Das Ergebnis wäre für die musikalische Theorie nicht ohne Interesse.

γ) Auch das Heraushören wird insofern schwerer, als man die Aufmerksamkeit nicht mehr so leicht auf eine bestimmte Tonhöhe concentriren kann, wenn gleichzeitig viele andere Töne gehört werden. Dass die Verschmelzung hier auch wieder wesentliche Unterschiede macht, wissen wir.

Die mit dem Heraushören in gewissen Fällen verbundene und es unterstützende subjective Verstärkung wird durch die Menge gleichzeitiger Töne nur dann erschwert, wenn dieselben den herauszuhörenden nahe liegen, weil die Verstärkung sich dann leicht einem dieser benachbarten Töne zuwendet und mehreren zugleich nicht zu Teil werden kann (o. 305, 314).

δ) Das Nämliche, wachsende Schwierigkeit, ergibt sich endlich auch begreiflicherweise für das Zählen der Componenten; einer weiteren Stufe der „deutlichen" Analyse. Auch hier sind aber die Unterschiede je nach den im Zusammenklang vertretenen Verschmelzungen auffallend. Consonante Zusammenklänge werden auch von Musikalischen leicht unterschätzt (s. o. über den Vierklang), dissonante überschätzt. Das Letztere wie das Erstere, sobald mehr als drei Töne beteiligt sind.

Zu unterscheiden ist hier allerdings ein actuelles Zählen und eine Zahlbestimmung nach mittelbaren Kriterien. Zuweilen beurteilt man nach gewissen Anhaltspuncten einen gegebenen Eindruck nicht blos als Mehrheit sondern als Dreiheit, Vierheit, ohne wirklich zu zählen. Doch werden solche Bestimmungen bei Zusammenklängen stets sehr willkürlich sein, da eben die Erfahrung zuverlässige Zahlmerkmale solcher Art (Localzeichen für die Zahlenreihe) hier nicht darbietet.

e) Die Dauer des Klanges. Das Urteil, ob ein oder mehrere Töne vorliegen, bedarf wie jedes Urteil einer gewissen Dauer des Eindrucks, welche experimentell ermittelt werden

kann, aber natürlich nach Umständen (Stärke, Zahl der Töne u. s. f.) verschieden ist. Einer längeren Dauer bedarf das Heraushören eines Tones, da es ja das erstgenannte Urteil, die Analyse im engsten Sinn, voraussetzt. Noch längere Zeit ist erforderlich, wenn damit auch eine subjective Verstärkung durch die Aufmerksamkeit verbunden sein soll, wie bei den Obertönen. Alle diese Zeiten sind überdies individuell verschieden (bezüglich der Verstärkungszeit s. o. 292).

Merkwürdigerweise ist es bis jetzt noch Niemand eingefallen, die beliebte Zeitmessung mittelst des Chronoskops auf die Tonanalyse anzuwenden. Und doch würden die Ergebnisse hier theoretisch bedeutungsvoller sein als in manchem anderen Falle[1]). Nur für die Differentialdiagnose des Dur- und Molldreiklanges hat E. Tanzi die Zeiten verglichen und für Moll kürzere gefunden[2]). Aber es ist dabei vielleicht nicht einmal Analyse im Spiel gewesen, da das Moll sich auch unabhängig von der Analyse durch gewisse weniger angenehme Nebenwirkungen kenntlich macht (vorausgesetzt, dass nur der Unterschied vom Durdreiklang in Betracht kommt).

f) Gleich- oder ungleichseitiges Hören. Während man zu den feinsten Versuchen über Unterschiede aufeinanderfolgender Töne beide Töne einem und demselben Ohr,

---

[1]) Vgl. o. 37. Würde sich ein erheblicher Unterschied in der kleinsten Zeitdauer ergeben, welche für die Auffassung eines einzelnen Tones als hoch oder tief, und welche für die Erkennung einer gleichzeitigen Mehrheit als Mehrheit erforderlich ist, so würde dies nicht etwa ein Beweis sein, dass die Töne nur successive zur Empfindung kämen. Denn die Leistung des Analysirens ist in jedem Falle die schwerere von beiden. Würde sich dagegen kein sehr bedeutender Unterschied zeigen, so wäre dies ein neues Zeugnis gegen die Wettstreitslehre, nach der man ja erwarten müsste, dass zur Empfindung dreier Töne dreimal soviel Zeit als zur Empfindung Eines Tones nötig wäre, dass also auch die Auffassungszeit sich wenn nicht verdreifachen doch jedenfalls bedeutend erhöhen müsste.

Auch der Einfluss der Verschmelzungsstufen auf die Analyse liesse sich auf diesem Wege, und zwar besonders bei Musikalischen und Geübten, untersuchen.

[2]) Rivista di filosofia scientifica VI (1887) 174.

dem rechten oder linken, darbieten muss (I 234), erzeugen wenig verschiedene gleichzeitige Töne vor einem und demselben Ohr Schwebungen, welche das analysirende Urteil stören, ein Hindernis, von welchem man sich nur künstlich bis zu einem gewissen Grade befreien kann (s. o.). Man wird darum Stimmgabeln, die um etwa $^1/_4$ oder $^1/_2$ Ton verschieden sind, leichter auseinanderhalten, wenn man sie an beide Ohren verteilt. Ist der Unterschied noch geringer, dann kommt allerdings auch hier die Differenz beider Ohren selbst in Betracht, durch welche je nach der Verteilungsart der Gabeln die Verschiedenheit der entstehenden Töne entweder vergrössert oder verringert bez. aufgehoben werden kann.

Bei grösseren Unterschieden der zu analysirenden Töne bietet das ungleichseitige Hören besonders für Ungeübte und Unmusikalische einen wesentlichen Vorteil. Solche erkennen nämlich in der Regel leichter die Verschiedenheit der Localisation als die der Töne. Ist ihnen klar geworden, dass sie rechts und dass sie links einen Toneindruck haben, dann wird ihnen auch die qualitative Trennung leichter. Die locale Verschiedenheit (woran sie auch immer erkannt werden möge) wirkt als mittelbares Kriterium, dem unmittelbaren Urteil die Wege bahnend. Ein Beispiel § 24, 1.[1])

---

[1]) Wir haben gelegentlich (o. 228) auch die Möglichkeit offen gelassen, dass die immanenten Unterschiede der „Ausdehnung" für die Analyse von Bedeutung wären. Allerdings verändern sie sich nur mit der Tonqualität und hätte man insofern keinen Grund, neben der qualitativen Distanz der zu analysirenden Töne auch noch ihren Ausdehnungsunterschied als Factor anzuführen. Aber die Ausdehnung scheint sich gegen die beiden Enden des Tonreiches hin stärker zu verändern als das qualitative Moment; und so könnte, wo solche Töne in Zusammenklängen gegeben sind, immerhin bei gleicher qualitativer Distanz in zwei Fällen die Ungleichheit des Ausdehnungsunterschiedes selbständigen Einfluss auf die Zuverlässigkeit der Analyse haben. Die Ausdehnungsunterschiede würden dann zusammen mit den localen Unterschieden p und q unter dem Titel „Räumliches Moment der Tonempfindung" neben den übrigen Bedingungsclassen aufzuzählen sein. Doch können wir bei dem etwas problematischen Stande der Sache uns mit dieser Erwähnung begnügen.

g) Partielle Veränderungen, d. h. Stärkeschwankungen oder stetige (auch geringe discrete) Höheschwankungen einzelner Componenten.

Wir denken an solche Fälle, bei welchen man trotz der Veränderung noch von einem und demselben Klang oder Zusammenklang zu reden pflegt. Erhöhe ich in einem Accord einen Ton um eine Halbstufe oder noch mehr, so haben wir eben einen anderen Zusammenklang. Wenn auch nun für das Heraushören einer „Stimme" in einer Aufeinanderfolge von Zusammenklängen das sogleich zu erwähnende Princip ebenfalls Gültigkeit hat, so beschäftigen uns doch hier noch nicht diese complicirteren Leistungen, sondern nur die Analyse Eines Toncomplexes, also auch nur solche Änderungen innerhalb desselben, bei denen er noch im Wesentlichen als der nämliche gelten kann (o. S. 4).

Es ist eine in allen Sinnesgebieten vielfach bestätigte Tatsache, dass relativ veränderte (bewegte) Teile innerhalb eines relativ ruhenden Empfindungsganzen leicht bemerklich werden. Sternschnuppen, deren Bild auf seitliche Netzhautteile fällt, werden doch in Folge ihrer raschen Bewegung sofort bemerkt. Der Nutzen des Winkens gründet ja auch hierauf. Hält man einen Bleistift in solcher Entfernung von einer brennenden Lampe, dass sein Schatten auf einer weissen Papierfläche auch im directen Sehen eben nicht mehr erkennbar ist, so wird er sofort wieder erkennbar, wenn man den Bleistift bewegt. Beim Tastsinn fand E. H. Weber, dass innerhalb der sg. Empfindungskreise, in welchen gleichzeitige Berührungseindrücke nicht mehr unterschieden werden, doch Bewegungen noch leicht wahrnehmbar sind. U. s. w. Das Gesagte gilt aber nicht blos von Veränderungen innerhalb eines ruhenden, sondern auch von rascherer, ausgiebigerer Veränderung innerhalb eines selbst in Veränderung begriffenen Ganzen.

Begünstigt wird hiedurch immer zunächst die Teilwahrnehmung des relativ Bewegten (Veränderten), also in unserem Fall das Heraushören des bezüglichen Tones; die Analyse, die

Wahrnehmung der Mehrheit von Tönen, nur wenn und insofern als sie durch Teilwahrnehmungen unterstüzt wird (o. S. 6).

Man kann fragen, ob die erwähnte allgemeine Tatsache der Sinneswahrnehmung sich ihrerseits noch weiter erklären lässt. Sie dürfte nur zum geringsten Teil in der sinnlichen Ermüdung gründen, welche bei ruhenden Eindrücken sich einstellt, da eine solche bei kurz dauernden Eindrücken, zumal solchen des Gehörs, nicht in Betracht kommt (I 16 f., 362). Hauptsächlich muss wol ein anderer Grund angenommen werden: die instinctive und durch Gewohnheit noch vermehrte Erregung der Aufmerksamkeit durch Bewegtes. Dass schon in der frühesten Zeit des erwachenden Bewusstseins Bewegungen diese Wirkung haben, ist bekannt; diese Einrichtung ist also eine individuell ursprüngliche. Sie scheint mir aber nicht blos ursprünglich sondern auch elementar, nicht weiter in andere Vorgänge zerlegbar. Irgend eine physiologische Basis wird sie ja auch so haben; aber keinesfalls dieselbe, wie die blosse Sinnesermüdung [1]).

Man kann auch hier noch versuchen, hypothetisch das Individuell-Ursprüngliche auf ein Generell-Erworbenes zurückzuführen; etwa in folgender Art. Nehmen wir an, dass ein Bewegtes bereits durch irgend einen Umstand die Aufmerksamkeit auf sich gezogen habe, so gibt es derselben offenbar mehr zu tun als ein Ruhendes, indem die beständig neue Situation zu beständig neuen Unterscheidungen und Vergleichungen veranlasst. Indem nun so das Bewegte für die ihm zufällig zugewandte Aufmerksamkeit allemal mehr Spielraum und Nahrung bot, hat es nach und nach die Kraft erlangt, auch von vornherein mehr und leichter die Aufmerksamkeit auf

[1]) Arago hat zuerst innerhalb des Gesichtsinnes diese Erscheinungen untersucht, dann Volkmann, Förster, Fechner, G. H. Schneider (der die Beobachtungen der Genannten anführt und neue beifügt, beim Tonsinn aber die Constatirung für unmöglich erklärt, weil er eben blos an räumliche Bewegungen denkt, Vierteljahrschr. für wiss. Phil. II, 1878, S. 377). Ferner S. Exner, Sitz.-Ber. d. Wiener Akad. Bd. 72 III (1875) S. 156, Pflüger's Arch. Bd. 11 (1875) S. 408, Bd. 38 (1886) S. 217 Biolog. Centralbl. Bd. 8 (1888) S. 437. Exner's Untersuchungen beziehen sich speciell auf die peripherischen Netzhautstellen.

sich zu lenken. Ein Lustmoment hat sich daran geknüpft und zwar eine Lust am Bemerken desselben, die dann in neuen Fällen das Bemerken selbst zur Folge hat. (Ähnlich wie z. B. ein Briefmarkensammler eine Marke zwischen allen möglichen anderen Objecten und unter Umständen bemerkt, unter denen sie einem Anderen entgeht; weil, nachdem er einmal angefangen, das wachsende Material der Vergleichungen und Unterscheidungen zugleich der einmal in's Spiel getretenen Aufmerksamkeit immer mehr Nahrungsstoff zuführte, sodass sie bei jedem neuen ähnlichen Fall nach den Gesetzen der Übung mit grösserer Intensität einsetzt.) Die so zunächst individuell tausendfältig erworbene Wirksamkeit des Bewegten hat sich dann — würde man sagen können — mehr und mehr im psychophysischen Organismus fixirt, ist daher jetzt angeboren, wird aber immer noch weiter durch individuelle Gewöhnung gestärkt. Ich meine nur: wenn man überhaupt weiter erklären will, könnte es etwa so geschehen.

G. H. Schneider beruft sich in seinem Erklärungsversuche zunächst auf die Relativitätstheorie, die wir ihm nach § 1 nicht zugestehen können (die er ja auch mit wenig Glück auf ein specielles Tonproblem angewandt hat, o. I 152). Doch ist sein weiterer Gedankengang, wie er selbst andeutet („mag man hierüber nun auch denken wie man will"), davon unabhängig. Er weist darauf hin, dass ein ruhender Reiz auf der Netzhaut nur eine simultane Differenz der Reizung (zwischen der bezüglichen Stelle und den übrigen) erzeugt, ein innerhalb des Gesichtsfeldes bewegtes Object aber ausser der simultanen noch eine successive Differenz (zwischen dem augenblicklichen und dem vorherigen Zustand der gerade getroffenen Stelle). Es werde also gleichzeitig zweimal ein Unterschied von beispielsweise $^1/_3$, „also im Ganzen eine Differenz von $^2/_3$" empfunden. Dieses „also" will mir wieder gar nicht einleuchten, trotzdem Fechner nach Angabe des Verfassers demselben brieflich zustimmte. Wie sollen sich ein simultaner und ein successiver Unterschied in der Empfindung summiren? Übrigens liesse sich wol auch eine experimentelle Probe auf die Erklärung machen: bei solchen Sinneseindrücken, wo eine Veränderung ohne gleichzeitige Mehrheit stattfindet, wie bei der Bewegung eines die Haut

berührenden Punctes oder bei der Erhöhung oder Vertiefung eines einzelnen Tones. Es scheint mir schon nach alltäglichen Erfahrungen zweifellos, dass z. B. ein constanter Ton (der nicht einmal sehr schwach zu sein braucht, um doch „überhört" zu werden) in dem Moment die Aufmerksamkeit auf sich zieht, wo er seine Höhe ändert. Ich glaube darum, dass auch die Schwelle, bei welcher ein einzelner Ton für die höchste Aufmerksamkeit verschwindet, eine andere ist für den ruhenden und eine andere für den nach der Höhe oder Tiefe bewegten Ton; obgleich experimentelle Untersuchungen mit dieser Fragestellung noch nicht vorliegen.

Sigm. Exner statuirt auf Grund interessanter und scharfsinnig zusammengestellter Beobachtungen (s. besonders die letzte der erwähnten Abhandlungen) eine Classe specifischer Bewegungsempfindungen beim Gesichtssinn, die weder mit der Bewegung des Augapfels noch mit den optischen Empfindungen bei ruhendem Auge und ruhendem Object etwas zu tun habe, und für welche die Netzhautperipherie sogar gewissermassen hyperaesthetisch sei. Doch bezeichnet er diese Empfindungen ausdrücklich als unbewusste oder subcorticale. Eine analoge Empfindungsclasse müsste hienach folgerecht auch beim Gehör angenommen werden; also Tonveränderungsempfindungen neben den Tonempfindungen. Nun haben wir zwar selbst I 184 eine Tonbewegung als Ton sui generis bezeichnet, aber doch eben als Ton. Es war nicht eine Empfindung anderer Qualität gegenüber den ruhenden Tönen gemeint, sondern es sollte nur der Gegensatz hervorgehoben werden, der begrifflich zwischen einem Continuum und einer Summe discreter Qualitäten gleicher Gattung besteht. Jedenfalls würde ich den Ausdruck preisgeben, wenn er im Sinne einer besonderen Qualitätengattung verstanden würde; und muss auch gestehen, dass Exner's obige Thesen, ganz abgesehen von dem Problem der im vollen Sinne „unbewussten Empfindung", mir durch die von ihm angeführten Beobachtungen nicht bewiesen scheinen. Wenn man z. B. die Elongation eines schwingenden Pendels beim indirecten Sehen überschätzt, so liegt hier nicht notwendig eine Hyperaesthesie vor, sondern zunächst eben eine falsche Schätzung. Nach Czermak's von Exner selbst angeführter Bemerkung scheint ein Secundenzeiger langsamer zu

gehen beim blos indirecten Anblick; hier liegen doch dieselben Empfindungsqualitäten zu Grunde wie in jenem Falle, und warum sollte hier die Netzhautperipherie unterempfindlich sein, wenn sie dort überempfindlich wäre? Wol aber können entgegengesetzte Schätzungen vorkommen, deren Anlässe in diesen Fällen allerdings noch aufzusuchen sind. Ich glaube also nicht, dass der Auffassung von Bewegungen bei ruhendem Auge andere als die optischen Empfindungen zu Grunde liegen. Darin jedoch scheint mir Exner Recht zu haben, dass die Empfindungen der Netzhautperipherie (wie auch des Facettenauges bei Insecten) zufolge besonderer Einrichtungen für die Erkennung von Bewegungen mehr geeignet sein müssen als für die ruhender Raumunterschiede. Fleischl gibt eine sehr sinnreiche Erklärung dafür durch die Hypothese, dass auf den seitlichen Teilen der Netzhaut benachbarte Zapfen zu verschiedenen Nervenfasern gehören (Sitz.-Ber. der Wiener Akad. 1883, Bd. 87).

Wie man nun auch die Sache im Allgemeinen weiter erklären möge: dass sie sich auch im Tongebiete vielfältig bewährt, ist offenbar. Wenn in einem sonst ruhenden Klang (Zusammenklang) ein Ton schwebt, also zwischen verschiedenen Stärkegraden hin- und herschwankt, oder gar intermittirt (zwischen Erscheinen und Verschwinden wechselt), so wird er leicht herausgehört. Es wurde schon erwähnt, dass Obertöne am Clavier sich durch Stärkeschwankungen merklich machen; auch durch das subjective Anschwellen, wenn die Aufmerksamkeit nur auf die nähere tonale Umgebung gerichtet ist[1]). Bei Zusammenklängen aus verschiedenen Instrumenten sind kleine Stärkeschwankungen der Teilklänge unvermeidlich, woran sich dann auch die dem betreffenden Instrument eigenen Geräusche beteiligen. Manche Instrumente setzen mit vollem Klang, andere mit anschwellendem ein, manche halten ihn gleichmässig, andere vibriren oder lassen nach u. s. f. Alles dies erleichtert ausserordentlich das Heraushören und die Analyse.

---

[1]) Auch der Versuch mit der Vocalröhre S. 238 ist hier wieder zu erwähnen. Hiebei wird man allerdings schon fast eher von einer Aufeinanderfolge mehrerer Klänge sprechen müssen, obschon der Grundton derselbe bleibt. Ähnliches bei Helmholtz 94, Ritz Unters. 73.

Kleine Höheschwankungen wirken ebenso, wie man nur zu oft beobachten kann. Grössere stetige Höheschwankungen werden, in der Musik wenigstens, nur den Differenztönen in Folge unvermeidlicher kleiner Schwankungen der Primärtöne zu Teil; aber hier ist die Erscheinung auch besonders lehrreich. Die Schwankung eines Differenztons ist (nach dem o. 244 Bemerkten) ein Vielfaches von derjenigen der Primärtöne, wenn anders beide Schwankungen in Verhältniszahlen ausgedrückt werden. Ein Wievielfaches sie ist, hängt von dem Schwingungsverhältnis der Primärtöne und der Verhältnis- (bez. Ordnungs-) Zahl des Differenztons ab. Wenn z. B. die grosse Terz 400:500 sich um 4 Schwingungen verstimmt, indem 400 zu 404 wird, geht der erste Differenzton 100 in 96 über. Da er 2 Octaven unter dem tieferen Primärton liegt, bedeutet hier die nämliche Differenz einen viermal grösseren Teil eines Ganztones als bei diesem. 96:100 ist, wenn diese Zahlen zugleich die absoluten Schwingungszahlen sind, etwa ein halber Ton, während 404:400 nicht einmal die Hälfte des enharmonischen Unterschieds von *gis*[1] und *as*[1] ist. Nun ist zwar die relative Unterschiedsempfindlichkeit in der Tiefe geringer als in der Mitte des Tonreiches, aber eine Schwankung um einen Halbton macht sich doch in der grossen Octave noch wol bemerklich. Lassen wir die primären Töne selbst hoch genug liegen, um Differenztöne in der kleinen, eingestrichenen oder einer noch höheren Octave zu erzeugen, so werden deren Schwankungen, da nun auch empfindlichere Regionen darankommen, merklicher als die der Primärtöne selbst. So bei hohen Terzen zweier Sopranstimmen. Prof. G. Engel (Lehrer des Gesanges an der Berliner Hochschule für Musik) teilte mir mit, dass ihm das abscheuliche Hin- und Hergehen eines tieferen Tons in solchen Fällen aufgefallen sei, ehe er noch theoretisch etwas von Differenztönen wusste. Noch umfangreicher und aufdringlicher wird dieses Heulen, wenn zwei Personen auf Hohlschlüsseln oder mit kleinen Pfeifchen sehr hohe Töne hervorbringen; während die geringen Höheschwankungen der Primärtöne hier gar nicht mehr bemerkt werden.

Ein nichtmusikalisches Beispiel liefern die sg. Variationstöne, wie sie entstehen, wenn eine tönende Stimmgabel vor eine rotirende Sirenenscheibe gehalten wird. Es bilden sich dann ausser dem Tone n der Gabel die beiden Töne $n+m$ und $n-m$, wo m mit der Schnelligkeit der Scheibendrehung wächst[1]). Solche Töne sind sehr leicht herauszuhören.
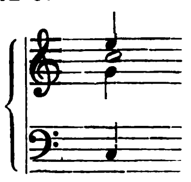
Pfaundler, der auf dieselbe Löcherreihe einer Sirene zwei Blaseröhren wirken liess, eine feststehende und eine längs der Löcherreihe bewegliche, sagt: „Solange die Blaseöffnungen constanten Abstand behalten, ist der diesem Abstand entsprechende Ton nicht deutlich wahrnehmbar, er wird es aber sofort, wenn man diesen Abstand variirt“[2]).

Es wäre über die hier erwähnten Bedingungen des Heraushörens noch manche experimentelle Nachforschung möglich; so über die Schwellenwerte der Höhe- und Stärkeschwankungen, bei welchen der bezügliche Ton gesondert bemerkbar wird. Hiebei käme ausser der Grösse auch die Schnelligkeit der Schwankung in Betracht.

Ferner wäre die Frage, ob bei langsamen Änderungen, die nur in einer Richtung erfolgen, eine der beiden Richtungen wirksamer wäre als die andere. Bezüglich der Stärke wird man ohne Weiteres voraussetzen, dass zunehmende Stärke den

---

1) Helmholtz 661. Alfr. Mayer, Americ. Journ. of Science and Arts 1875 April (auch Philosoph. Magaz. 1875 Mai). Mayer gebrauchte den ruhenden Ton c^2; als die Variationstöne e^2 und g^1 waren, vernahm er auch den Combinationston c:



Bei noch schnellerer Rotation der Scheibe verschwanden die Variationstöne sammt dem Combinationston und blieb nur der constante Gabelton c^2 übrig. Vgl. ferner R. König, Pogg. Ann. Bd. 157, S. 228 f. Preyer, Akust. Unt. 25. Über die ersten Untersuchungen dieser Töne (Radau 1865) s. Beetz Pogg. Ann. Bd. 130, S. 587.

2) Sitz.-Ber. d. Wiener Akad. 1877 (Bd. 76, II) S. 570.

Ton leichter merklich macht und die Wirksamkeit der abnehmenden vielleicht überhaupt leugnen. Indessen kann auch letztere unter Umständen das Heraushören begünstigen, wie wenn von drei gleichstarken Tönen einer sehr rasch abnimmt. So lenkt ja auch ein vorher „überhörtes“ Geräusch die Aufmerksamkeit auf sich, wenn es rasch abnimmt. Bei der Zunahme ist so eigentlich ein doppeltes Moment wirksam, die Veränderung als solche und die grössere Intensität, zu der sie hinführt. Ähnlich kann man nun fragen, ob Vertiefung und Erhöhung in gleicher Weise wirken. Wahrscheinlich begünstigt Erhöhung (auch ohne gleichzeitige Verstärkung) das Heraushören mehr als gleichgrosse und gleichrasche Vertiefung, schon in Folge musikalischer wie auch gewisser aussermusikalischer Gewohnheiten, welche zugleich dem Aufsteigen in der Tonlinie etwas Aufregendes, dem Absteigen etwas Beruhigendes verleihen (I 365).

h) Der augenblickliche Aufmerksamkeitsgrad, der allerdings nur insoweit als selbständiger Factor zu erwähnen ist, als er nicht seinerseits durch bereits aufgezählte Momente bestimmt ist[1]). Er hängt ab von besonderen Umständen des Falles und von Anlage und Übung. Unter den ersteren ist das vorherige Hören eines im Klange (Zusammenklange) vorkommenden Tons vorzüglich wirksam; bei Zusammenklängen auch der musikalische Zusammenhang, wo ein solcher vorhanden ist. Das musikalische Denken kann sich dadurch auch auf einen Ton besonders hingelenkt sehen, der nicht selbst schon im Vorangehenden enthalten ist. Nach welchen Regeln, untersuchen wir später. Ferner können im einzelnen Falle mancherlei mittelbare Kriterien uns auf die Zusammengesetztheit und auch in gewissem Masse auf die Art der Zusammensetzung eines Klanges aufmerksam machen, so dass wir dieselbe dann nachträglich auch direct wahrnehmen. So die Klangfarbe. Der

---

[1]) Die partiellen Veränderungen führten wir nur darum als selbständigen Factor auf, weil über die Art ihrer Wirksamkeit noch Zweifel obwalten und sie doch vielleicht nicht blos durch Erweckung der Aufmerksamkeit wirken.

Kundige vermag aus der wolbekannten Klangfarbe des Flöten- oder Clavierklanges schon zu erschliessen, welche Gattung von Obertönen darin enthalten sein werden, und danach seine Aufmerksamkeit einzustellen. Ferner Verschiedenheit der Localisation (s. g)). Selbst die Localisation durch das Auge hat in solcher Weise Einfluss.[1] Jeder, der das unterirdische Orchester WAGNER's hört, wird sagen müssen, dass ihm die Analyse der Klangmischungen weniger leicht wird als wenn man die Musikanten blasen und geigen sieht. Darauf hat es ja WAGNER auch mit abgesehen. Ebenso unterstützt natürlich das Lesen der Noten.

Auf Rechnung der Anlage und Übung des Aufmerkens kommen ausser den Verschiedenheiten im Maximum des Aufmerksamkeitsgrades überhaupt (I 70—71, 78) hier besonders die Unterschiede in der Fähigkeit der Verteilung der Aufmerksamkeit. Es ist mir sehr wahrscheinlich, dass die ausserordentliche Ungleichheit musikalischer und unmusikalischer Naturen in Hinsicht der Analyse und des Heraushörens zum grössten Teil darin gründet, dass die Unmusikalischen von Natur aus nur in geringem Masse einer Verteilung der Aufmerksamkeit auf gleichzeitige Töne fähig sind, sei es einer gleichmässigen (wie bei der Analyse), sei es einer ungleichmässigen (wie beim Heraushören). Es dürften angeborene grosse Unterschiede bestehen nicht blos in der Lust an Tönen sondern auch in der Lust am Bemerken der Töne gegenüber anderen Sinnesinhalten; und so dürften Manche zur Verteilung der Aufmerksamkeit auf gleichzeitige Töne fast unfähig sein, während sie in anderen Sinnesgebieten solcher Verteilung recht wol fähig

[1]) Eine Bemerkung HEINRICH NOÉ's, die mir zufällig aufstiess und anfangs lächerlich schien, rechtfertigt sich so. Er sagt in seinen Schilderungen aus Tirol und Vorarlberg: „Wieder ein Donner der Eisstücke, die vom Ortler-Ferner herabjagen — dann lärmen für unser Ohr wieder einzig die drei Brunnen. Sehen wir hinaus, dann erkennen wir freilich, dass sich mit ihrem Rauschen das Gesumme zahlloser Wasser vereinigt, die als Quellen aus den Lawinenresten hervorbrechen“ u. s. f. Man kann durch's Auge die Quellen und die Lawinenbäche sondern, aber nicht das Rauschen und das Summen. Dennoch kann das Auge dem Ohr helfen.

sind. Solche werden nur dann einen Zusammenklang als gleichzeitige Mehrheit von Tönen auffassen oder einen Ton innerhalb desselben heraushören, wenn auch ohne bedeutendere Mitwirkung der Aufmerksamkeit (und speciell der willkürlichen Aufmerksamkeit) die Töne durch ihre grosse Höhendifferenz, ihre grosse Stärke, ihren örtlichen Unterschied u. dgl. sich der gesonderten Wahrnehmung geradezu aufdrängen.

Es kommt aber bei den Musikalischen natürlich die Übung des Aufmerkens hinzu (zu welcher unmusikalische Naturen eben auch wieder nur in geringem Masse fähig sind). Dadurch wird nicht blos die Fähigkeit des Aufmerkens auf Tonerscheinungen überhaupt gesteigert sondern auch specielle Fähigkeiten in der Direction und Concentration desselben erzeugt; so z. B. bei akustisch Geübten in der Richtung der Obertöne oder Differenztöne. Ferner sind bei Zusammenklängen die in der augenblicklichen Musik gebräuchlicheren vor den weniger oder nicht gebräuchlichen durch solche Übung bevorzugt. Unterscheiden wir ja auch leichter die Umrisse bekannter Gegenstände, die Teile bekannter Wörter und Silben als unbekannter, wenn beide nur momentan gesehen werden. Nicht nur die Deutung, auch die blosse Wahrnehmung der Teile ist eine vollkommnere, leichtere. Ebenso wird eine ungleiche Übung des Aufmerkens sich für verschiedene Tonregionen entwickeln. Speciell was das Heraushören anlangt, hat sich in den letzten Jahrhunderten die Gewohnheit gebildet, die Aufmerksamkeit vorzugsweise dem höchsten Tone eines Zusammenklanges zuzuwenden; wenngleich selbstverständlich mit Unterschieden je nach dem besonderen Fall.

i) Das Gedächtnis (die Vorstellungsübung) für Töne der bezüglichen Region. Je leichter und rascher sich Einer Töne von der Höhe der im Klange enthaltenen in der Phantasie, aus dem Gedächtnis vorstellen kann, um so leichter die Analyse und das Heraushören. Dies versteht sich für jede Theorie, ist daher nicht etwa ein Beweis für die Anschauung, wonach es sich bei der sg. Klanganalyse überhaupt nur um ein Hineindenken von Gedächtnisbildern handelte. Solche Reproduction ist ja auch keineswegs in allen Fällen eine Notwendigkeit, son-

dern nur in schwierigeren Fällen eine Erleichterung, wie beim Aufsuchen der Obertöne. In anderer Weise kommt die Treue der Reproduction, aber auch die des unmittelbaren Gedächtnisses (der nach Aufhören der Empfindung noch actuell fortbestehenden Vorstellung) dann zur Geltung, wenn das Urteil sich erst nach Aufhören des Klanges bildet. Dann muss ja der gesammte Klangeindruck erhalten bez. erneuert werden, solange und so oft, bis das Urteil sich gebildet hat. Dass das Gedächtnis oft genug auch in dieser Weise beteiligt ist oder sein sollte, sieht man an den häufigen Fällen, in denen Personen sich eine Wiederholung des Klanges, über dessen Zusammensetzung sie urteilen sollen, ausbitten, weil er ihnen nicht mehr oder nicht hinreichend mehr im Bewusstsein ist.

Auch hier, im Gedächtnis, liegt gewiss einer der durchgreifendsten Gründe für die ungleiche Leistungsfähigkeit der Individuen im Analysiren und Heraushören. Wir kennen ja die grossen Verschiedenheiten des Tongedächtnisses (I 279 f.) Was man Übung in der Wahrnehmung der Klangteile nennt, ist, wie ich glaube, auf diese beiden Puncte zurückzuführen: Gedächtnis (Vorstellungsübung) und Übung der Aufmerksamkeit. Es besteht auch hier keine Nötigung, daneben noch etwa eine besondere Urteilsübung anzunehmen (vgl. I 75 f., 245—6). Vielleicht sind sogar diese beiden Factoren selbst in der Wurzel nur Einer: wenn nämlich die individuelle Anlage zum Tongedächtnis identisch ist mit der zum Aufmerken auf Töne; wie ich dies jetzt für sehr plausibel halte (vgl. I 287 f., ferner die Bemerkungen unten 361).

2. Besprechung einiger besonderen Erscheinungen.

Sind wir nun gleichsam mit den Registern bekannt geworden, durch deren verschiedenartige Verbindung in den einzelnen Fällen erklärt werden muss, wie und warum die Analyse und das Heraushören zu Stande kommt oder nicht, so ist damit noch nicht gesagt, dass wir in jedem Fall auch die richtigen Register zu ziehen wissen. Ganze Classen von Fällen können der Erklärung noch Schwierigkeiten bieten. Solche Schwierig-

keiten will ich nicht verhehlen oder beschönigen sondern hervorheben und die beigefügten Erklärungen zum Teil nur als vorläufig plausibelste betrachtet wissen.

a) Einfluss der Klangfarbe.

Übt die Klangfarbe und üben die Unterschiede der Klangfarbe zwischen den Teilen eines Zusammenklangs einen Einfluss auf die Leichtigkeit der Analyse und des Heraushörens? Wir haben sie nicht unter den Factoren erwähnt. Aber es gibt zahlreiche Erfahrungen, welche anscheinend solchen Einfluss beweisen. So steigerte sich z. B. sofort die Unterscheidungsfähigkeit der zwölf Hallenser Versuchspersonen § 19, als ich probeweise ein schärferes Register (Geigenprincipal) aufzog. So erwähnten wir auch schon, dass die qualitative Unterscheidungsschwelle höher liegt bei Stimmgabeln als bei musikalischen Instrumenten. Die Analyse eines Zusammenklanges scheint also im Allgemeinen bei schärferen Farben der Componenten leichter als bei milderen. Aber nicht blos die absolute Klangfarbe sondern auch die allenfallsigen Unterschiede innerhalb eines Zusammenklanges scheinen von Einfluss, und zwar in erleichterndem Sinne. Man unterscheidet meistens leichter eine menschliche Stimme neben einer Orgelpfeife als zwei Orgelpfeifen. Man hört einen scharfen Klang inmitten weicher leichter heraus als einen weichen, eine Oboe unter Flöten leichter als eine Flöte. Ja es könnte scheinen, als ob selbst ein milder Klang sich besser abhöbe von scharfen als von gleich milden. So wird der mild summende Differenzton besonders leicht neben scharfen Primärklängen vernommen.

Diese Beobachtungen, die man anfangs vielleicht ohne principielle Schwierigkeit, wenn nicht selbstverständlich, finden wird, geben doch näher betrachtet zu Bedenken Anlass. Beruhen die Unterschiede der Klangfarbe, wie wir mit Helmholtz annehmen, wesentlich auf den Obertönen, so sieht man nicht ein, wie durch das Hinzukommen von solchen die Trennung der Grundtöne von einander erleichtert werden soll. Die Klangfarbe ist ein Prädicat eines aus Grundton und Obertönen bestehenden Klangganzen, sie ist nicht ein Moment des Grundtons selbst wie

etwa dessen Intensität. Auf den Grundton selbst können die Obertöne überhaupt keinen Einfluss haben; wie also auf die Unterscheidung der Grundtöne von einander? Und wollen wir auch sagen, es handle sich bei der Zerlegung eines Zusammenklanges nicht um die Trennung der Grundtöne sondern der Klänge von einander, so bleibt doch immer die Frage, wie zwei Klänge leichter analysirbar sein können, als zwei andere, von denen sie sich durch Nichts unterscheiden, als dass sie mehr Obertöne enthalten. Man könnte auch umgekehrt schliessen, dass die letzteren störten.

In der Tat muss man, wie ich glaube, den scheinbaren Einfluss der Klangfarbe vielmehr auf andere bekannte Momente zurückführen, und auf die Klangfarbe nur insoweit, als jene etwa in den Begriff der Klangfarbe mit aufgenommen werden.

Vor Allem wenn Zusammenklänge von scharfen Einzelklängen leichter analysirt werden als von weichen, so lässt sich anführen, dass sehr weiche Klänge der Regel nach zugleich schwach sind. Obertöne kommen eben nur bei Klängen von einer gewissen Stärke des Grundtons zum Vorschein und wachsen an Zahl und Stärke unter sonst gleichen Umständen mit der Stärke des Grundtons; während umgekehrt obertonfreie Klänge, wo sie überhaupt möglich sind, nur bei schwächster Tongebung erzielt werden können (die höchsten Octaven ausgenommen). Es kommt dazu noch, dass der erste Differenzton des Grundtons mit dem ersten Oberton eines Klanges (ebenso wie überhaupt der erste Differenzton je zweier in der Reihe der harmonischen Teiltöne benachbarter Töne) gleich dem Grundton selbst ist, dass somit dieser bei allen Klängen, die den ersten Oberton (ev. auch weitere in der harmonischen Reihe benachbarte Teiltöne) kräftig enthalten, stärker zu Gehör kommt als es seiner physikalischen Intensität entsprechen würde. Handelt es sich um sehr tiefe Klänge, so kann man auch annehmen, dass bei den schärferen Klängen gar nicht die Grundtöne selbst sondern die ersten Obertöne, ihre Octaven, analysirt werden, während man bei den weichen auf die tiefen Grundtöne angewiesen ist und darum mehr Schwierigkeit findet.

Für Unmusikalische kommt auch der Umstand in Betracht, dass Klänge mit Obertönen stärkere Schwebungen geben, welche von solchen Personen öfters als Kriterium der Vielheit benutzt werden; mögen sie dann, dadurch aufmerksam gemacht, die Vielheit auch direct erkennen oder mag es bei der blos mittelbaren (scheinbaren) Analyse bleiben.

Im Übrigen sind schärfere Klänge keineswegs in allen Fällen leichter auseinanderzuhalten; wir werden sogleich unter b) den Fall der Octave besprechen, wo gerade bei scharfen Zungenklängen c^2 in c^1 fast verschwindet, und die besonderen Gründe dafür aufsuchen.

Wenn sodann eine menschliche Stimme und eine Orgelpfeife leichter auseinandergehalten werden als zwei Orgelpfeifen (die Einem Register angehören), so ist zu berücksichtigen, dass nicht blos die Klangfarbe im engeren Sinn, der Bestand an Obertönen, hier verschieden ist, sondern auch andere Eigentümlichkeiten, die man zur Klangfarbe nur im weiteren Sinne rechnen kann, namentlich der Ansatz und die Haltung der Töne. Die Orgelpfeife ist sogleich mit ihrer ganzen Stärke da und behält sie ebenso wie ihre Höhe unverändert bei, eine Gleichmässigkeit, welche der menschlichen Stimme nur in seltenen Ausnahmsfällen eigen ist (vgl. I 164 die Beobachtungen KLÜNDER's über Höheschwankungen der Stimme. Von der minimalen Dauer des subjectiven „Anklingens", welches allerdings auch Orgeltönen zukommt, kann hier abgesehen werden). Wir haben also hier das Hilfsmittel der partiellen Veränderungen. Natürlich wird auch die verschiedene Localisation mitwirken, wenn die Stimme vorwiegend zum einen Ohr, die Pfeife zum anderen dringt, was unter Umständen auch durch eine geringe Bewegung des Kopfes bewirkt werden kann.

Wenn scharfe Klänge neben weichen leichter als weiche herausgehört werden, so kann wiederum schon die Stärke der Grundtöne als Erklärung dienen. Wenn aber auch umgekehrt ein weicher Klang inmitten mehrerer scharfen besonders leicht wahrgenommen wird, wie der Differenzton, so wird daran in erster Linie der bereits früher angedeutete Umstand Schuld

sein, dass der Differenzton hier nicht blos durch die Grundtöne sondern auch durch die Obertöne erzeugt und somit verstärkt wird. Ferner wird eben dadurch auch das Intermittiren (Brummen) desselben verstärkt, welches seine Wahrnehmbarkeit nach dem Princip der partiellen Veränderungen erleichtert. Dazu kommt vielleicht noch, dass man in dem Moment, wo er in der Wahrnehmung aufzutauchen beginnt, sogleich mehr Vergnügen an dem weichen tiefen Ton empfindet als an den oft geradezu schreienden oder quäkenden Primärklängen, und so die Aufmerksamkeit sich intensiver darauf einstellt.

Hienach betrachten wir einstweilen die Klangfarbe nicht als einen Factor, der in selbständiger Weise auf die Analyse und das Heraushören Einfluss hat; ausgenommen insofern etwa die Stärke mit in ihren Begriff eingeht, in welcher Hinsicht sie aber unter den aufgezählten Bedingungsclassen bereits enthalten ist. Dennoch muss ich offen gestehen, dass die hier versuchten Erklärungen mich selbst nicht in allen Puncten befriedigen. Die verteilten Stimmgabeln, kräftig angeschlagen und dicht vor die Ohren gehalten, tönen doch sehr stark, und umgekehrt können scharfe Klänge recht leise angegeben werden, ohne dass die Schwelle im ersten Falle auf das Niveau des zweiten Falles herabginge. Die absolute Intensität macht eben doch nur in ihren höchsten und geringsten Graden einen Unterschied für die Leichtigkeit der Analyse, nicht in der breiten mittleren Zone der Intensitäten.

Allein die obigen principiellen Erwägungen hindern vorläufig, einen selbständigen Einfluss der Klangfarbe anzunehmen. Was sollen die hinzukommenden Obertöne an den Grundtönen verändern, um deren Analyse zu erleichtern, abgesehen von der Stärke? Nur eine wesentliche Umformung des Klangfarbenbegriffes würde hier eine Möglichkeit eröffnen. Wir kommen im § 28 darauf zurück, aber nur um diese Umformung selbst nicht annehmbar zu finden.

Ein anderer Punct, der dort auch zur Sprache kommen wird, kann hier nach seiner Beziehung zur Analyse kurz abgetan werden. Wir werden nämlich hören, dass man auch den

einfachen Tönen noch einen Unterschied der „Farbe" zugestehen muss und zwar wechselnd mit ihrer Höhe, indem sie von der dunkelsten, dumpfesten bis zur hellsten, schärfsten Färbung übergehen. Auch diese „Tonfarbe" nun hat einen scheinbaren Einfluss auf die Analyse, insofern bei gleichem Verhältnis wie nicht minder bei gleicher Differenz der Schwingungszahlen die Analyse in verschiedenen Tonregionen verschiedene Schwierigkeit bietet. Aber es genügt offenbar, hier die Verschiedenheit der qualitativen Distanz selbst als Grund anzusehen, da diese bei gleichen Schwingungsdifferenzen (und -Verhältnissen) in verschiedener Region verschieden ist.

b) Verschwinden des höheren Octaventons.

In gewissen Fällen kommt es vor, dass selbst von musikalischen Ohren und bei anscheinend gleicher Stärke beider Töne doch nur der tiefere wahrgenommen wird. Eine solche Beobachtung machte Helmholtz 103 f. (als Modification des oben 240 erwähnten Ohm'schen Versuches) mit zwei Flaschen, welche einfache Töne geben und sich durch Eingiessung von Flüssigkeit leicht auf ein gewünschtes Intervall stimmen lassen.

„Ich hatte eine grössere auf *b*, eine kleinere auf b^1 gestimmt, und verband sie beide mit demselben Blasebalge, so dass beim Gebrauch des Balges beide zugleich ansprachen. Beide in dieser Weise verbunden gaben einen Klang von der Tonhöhe *b* der tieferen unter ihnen, aber von der Klangfarbe des Vocals O (während die tiefere allein wie U klang). Wenn ich dann bald den einen bald den anderen Kautschukschlauch zudrückte, so dass ich nacheinander die beiden Töne einzeln hörte, war ich im Stande, sie auch in ihrer Vereinigung wol noch einzeln zu erkennen, aber nicht für lange Zeit; allmälig verschmolz wieder der höhere mit dem tieferen. Diese Verschmelzung tritt sogar ein, wenn der höhere Ton etwas stärker als der tiefere ist. Bei dieser allmälig eintretenden Verschmelzung ist nun die Änderung der Klangfarbe charakteristisch. Wenn man erst den hohen Ton angegeben hat, dann den tieferen hinzukommen lässt, hört man anfangs, wie ich finde, den höheren Ton noch in seiner ganzen Stärke weiter; daneben klingt der tiefe in seiner natürlichen Klangfarbe wie ein U.

Allmälig aber, wie sich die Erinnerung des isolirt gehörten höheren Tones verliert, wird jener immer undeutlicher und dabei auch schwächer, während der tiefe Ton scheinbar stärker wird und wie O lautet. Diese Schwächung des hohen und Verstärkung des tiefen Tones hat OHM auch an der Violine beobachtet; sie tritt freilich, wie SEEBECK bemerkt, nicht immer ein, wahrscheinlich je nachdem die Erinnerung an die einzeln gehörten Töne mehr oder weniger lebendig ist, und beide Töne mehr oder weniger gleichmässig nebeneinander hinklingen. Wo der Versuch aber gelingt, gibt er den besten Beweis dafür ab, dass es sich hier ganz wesentlich um die verschiedene Tätigkeit der Aufmerksamkeit handelt."

Zunächst bemerke ich, dass das, was HELMHOLTZ hier Verschmelzung nennt, nicht Verschmelzung in unsrem Sinn sondern nur eben Nicht-Unterscheidung bedeutet, während Verschmelzung in unsrem Sinn, um wahrgenommen zu werden, gerade Unterscheidung der Töne voraussetzt (obschon sie auch den ununterschiedenen Empfindungen zukommt).

Was dann die Veränderung der Klangfarbe betrifft, so wollen wir sie hier ausser Betracht lassen, werden aber in § 28 hören, dass von Klangfarbe nur so lange überhaupt gesprochen werden kann, als keine Unterscheidung der Töne stattfindet. Es ist also begreiflich, dass mit dem Aufhören der Unterscheidung der höhere Ton sich durch seinen Einfluss auf die Klangfarbe geltend macht.

Wieder eine Frage für sich ist es, warum dem Ganzen die Höhe des tieferen Tons zugeschrieben wird; davon in § 25.

Was uns dagegen hier interessirt, ist, dass und warum die Unterscheidung der Töne nach einiger Zeit unmöglich wird. Um blosse Schwankungen der Aufmerksamkeit kann es sich nicht handeln, da man sonst durch willkürliche Richtung und Verstärkung der Aufmerksamkeit den höheren Ton sogleich wieder ebenso heraushören müsste. Mir hat vielmehr stets, seit ich von dieser merkwürdigen Beobachtung Kenntnis genommen, ein rein physikalischer oder physiologischer Erklärungsgrund in erster Linie notwendig geschienen. Eine gelegentliche Bemerkung PREYER's scheint mir denn auch auf denselben hin-

zuführen. PREYER berichtet, ohne HELMHOLTZ' und OHM's Versuch zu erwähnen, also wahrscheinlich unabhängig von ihnen, über eine ähnliche Beobachtung an Gabeln[1]: „Lasse ich eine Stimmgabel von 128 Schwingungen (*c*) tönen und zugleich deren Octave, dann höre ich, so lange die letztere Gabel tönt, den Ton 128 ungemein stark, so stark, dass bald der Ton 256 gar nicht mehr gehört wird. Dieses kann nur dadurch geschehen, dass der Combinationston 128 gleich ist dem ersten Gabelton."

Indem also der Combinationston mit dem tieferen Primärton zusammenfällt, überwiegt dieser an Stärke den höheren, selbst wenn er einzeln etwas schwächer ist (wie in dem HELMHOLTZ'schen Versuche). Ein solches Mehr von Stärke würde bei anderen Intervallen noch nicht hinreichen, um die Unterscheidung für ein geschultes Gehör unmöglich zu machen. Aber bei der Octave mit ihrer hohen Verschmelzung kann es genügen. So spielt Verschmelzung allerdings auch hier mit, wenngleich sie mit dem von HELMHOLTZ geschilderten Vorgang nicht zusammenfällt.

Es begreift sich aus obigem Erklärungsgrunde auch, dass erst allmälig Nichtunterscheidung eintrat: der Differenzton gewinnt anfänglich immer etwas an Stärke, namentlich von dem Moment an, wo die Aufmerksamkeit sich auf ihn zu richten beginnt[2].

Man könnte einwenden, dass nach der Erklärung immer bei Octaven derselbe Erfolg eintreten müsste. Indessen verstärkt man eben in der Musik, wenn beide Töne noch unter-

---

[1]) Grenzen der Tonwahrnehmung 12.

[2]) Nicht ganz undenkbar wäre auch, dass in den besonderen Umständen des Versuches bei anfänglich nicht vollkommener Reinheit der Octave eine Accommodation stattfände, bis genau zwei Schwingungen, des einen Tons mit einer des anderen zusammenfallen; oder wenigstens eine Accommodation hinsichtlich der Phasen, welche etwa einen gleichmässigeren Abfluss der Empfindungen zur Folge hätte. Doch stehen hierüber noch keine ganz genügenden Erfahrungen zu Gebote (vgl. o. 112). Dass im Allgemeinen unreine Intervalle sich nicht selbst reinstimmen ist ja leider Tatsache.

scheidbar sein sollen, den höheren, oder schwächt den tieferen soviel, dass beide deutlich bleiben. Ausserdem kommt es ja auch sehr auf die Tonregion an, wie überhaupt auf alle anderen Bedingungen der Analyse.

Ich konnte gerade bei Wiederholung des HELMHOLTZ'schen Flaschenversuches mit den Tönen *a* und a^1 den höheren nicht zum Verschwinden bringen, wahrscheinlich weil die höhere Flasche zu stark tönte[1]). Dagegen gelang es mit tiefen Gabeln; am besten mit *C* und *c*, wovon die erstere, in ein Stativ eingeschraubt und stark gestrichen, lange kräftig forttönte, während ich *c* anschlug und langsam dem Ohr näherte. Etwas weniger gut schon mit *c* und c^1, wobei *c* auf einem Resonanzkasten oder auch frei am Ohr tönte, während c^1 wieder langsam genähert wurde[2]). Und so immer weniger bei höheren Gabeln. Die Tiefe ist eben der Nichtunterscheidung günstig. Zuerst bemerkte ich eine blosse Verstärkung des tieferen Tons. Dies bestätigten drei andere Beobachter. Einer (der unmusikalische Prof. G., von welchem im folgenden Paragraphen die Rede ist) glaubte überhaupt kaum etwas anderes als Verstärkung wahrzunehmen. Wir anderen dagegen bemerkten bei grösserer Nähe der höheren Gabel eine Klangfarbenänderung. Nachdem ich mich indessen während mehrerer Tage öfters mit diesen Versuchen beschäftigt hatte, wurde und blieb mir die Zweiheit der Töne bei der *c*- und c^1-Gabel vollkommen deutlich. Es liegt also keine unüberwindliche Täuschung vor, die ja ohnedies bei der sonstigen Analysirbarkeit der Octave in dieser Region nicht leicht begreiflich wäre, sondern nur eine durch die besonderen Umstände er-

---

[1]) Zu dem Versuch genügt eine T-förmige Glasröhre, deren Arme mit steifem Papier so umwickelt werden, dass das Papier noch über die Arme hinausreicht. Der freie Teil des Papiers wird dann beiderseits zu einem schmalen Spalt plattgedrückt und über die Öffnung der beiden Flaschen gehalten, während man mit dem Munde in das Fussende der Glasröhre hineinbläst.

[2]) Am besten hält man *c* so, dass beide Zinken in gleicher Entfernung vom Ohre stehen, aber so viel Raum lassen, um c^1 noch zwischen die *c*-Gabel und das Ohr schieben zu können. Dann wird c^1 von vorn oder hinten in rechtwinkliger Richtung genähert. Auch die Zinken von c^1 müssen rechtwinklig zu denen von *c* stehen.

höhte Schwierigkeit. Verteilt man die Gabeln an beide Ohren, so ist die Unterscheidung von vornherein leicht.

Was ergibt sich nun, wenn wir umgekehrt die höhere Gabel in gleichbleibender Nähe halten, die tiefere dagegen von grösserer Entfernung allmälig näher bringen?[1]) Man könnte erwarten, dass die tiefere sich nun ebenfalls zunächst in einer Verstärkung, dann in einer Klangfarbenänderung, und zwar einer Verdunkelung des höheren Tones geltend machte. Aber hier ist, sobald nur überhaupt eine Änderung bemerklich wird, sogleich der tiefere Ton als solcher unterscheidbar. Dies hängt damit zusammen, dass beträchtlich tiefere Töne, wenn sie einmal solche Stärke erlangt haben, dass sie nicht mehr ganz vom höheren unterdrückt werden, sofort die Klanghöhe determiniren. S. § 25. Es sollte hier nur vorläufig diese Modification des Versuchs erwähnt werden.

Ausser dem von Preyer angedeuteten Umstand dürfte nun aber in gewissen Fällen noch ein anderer mitwirken. Während nämlich Helmholtz und Preyer das Verschwinden des höheren Tones bei einfachen Tönen beobachteten, ist mir vor vielen Jahren, als ich meine akustischen Studien begann und ehe ich noch auf Helmholtz' Beobachtung aufmerksam geworden, das Nämliche gerade bei einem System schreiender Zungenpfeifen (im Würzburger physikalischen Institut) aufgefallen, welches die Zungen für $c^1\, e^1\, g^1\, c^2$ in einem gemeinsamen Ansatzrohr enthielt. Fügte ich hier zu dem Dreiklang $c^1 e^1 g^1$ noch c^2, so konnte ich von dem Hinzutreten dieses Tones so gut wie Nichts bemerken und dachte anfangs nicht anders, als dass etwas am Apparate verdorben sein müsse. Aber c^2 für sich allein sprach vollkommen kräftig an[2]). Dieses Ver-

[1]) Zu diesem Versuch wird am besten die höhere Gabel so wie vorher die tiefere, aber dicht vor das Ohr, gehalten, während die tiefere mit paralleler Zinkenstellung und in gleicher Richtung (der Richtung des Gehörganges) aus der Ferne genähert wird.

[2]) Der Hallische Mechaniker Wesselhöft teilt mir mit, dass es ihm genau ebenso gegangen, und zwar gleichfalls vorzugsweise mit Zungenpfeifen. Auch Prof. G. Engel äusserte sich einmal bei gemeinsamen Beobachtungen an seinem Differenzapparat (ebenfalls Zungen in Einem Kasten), als wir uns durch Vergrösserung der Septime der Octave näherten: „Der höhere Ton verschwindet in dem tieferen, sobald völlige

schwinden im Zusammenklang frappirte mich dermassen, dass es der Anstoss zu allen meinen Untersuchungen über Tonverschmelzung geworden ist, obgleich ich die letztere als ein besonderes Phänomen von dem hier besprochenen unterscheiden lernte.

In umfangreicherer Weise habe ich später an einem Appunn'schen Obertonapparat (ebenfalls Zungen in Einem Kasten) die Erscheinung verfolgt. Dieser enthielt sämmtliche Multipla des C_2 bis zum 64. (c^3). Bei den tiefsten Octaven und Dreiklängen bez. Vierklängen stört jedoch das Schnattern der mächtigen Zungen jede andere Beobachtung. *Cc* lässt sich aber hier als Zweiheit erkennen. Ebenso cc^1. Auch wenn zum Dreiklang *ceg* noch c^1 gefügt wird, lässt dieses sich noch unterscheiden. Dagegen bei $c^1 c^2$ ist schon Täuschung möglich, und bei $c^1 e^1 g^1 + c^2$ ist auch hier das Hinzukommen des c^2 fast unmerklich, wie in dem vorhin beschriebenen Falle. $c^2 c^3$ sind wieder deutlicher unterscheidbar, und bei $c^2 e^2 g^2 + c^3$ der hinzutretende Ton wol bemerklich. Man kann übrigens Analoges auch am gewöhnlichen Harmonium beobachten, das ja ebenso gebaut ist wie der Obertonapparat.

Der früher beobachtete Fall an dem kleineren Zungensystem ist also zufällig gerade der für die Erscheinung günstigste gewesen.

Diese Beobachtungen an Zungen geben nun weitere Anhaltspuncte zur Erklärung. Gewiss ist die lebendige Kraft der Schwingungen in diesen Apparaten bei den tieferen Klängen bedeutend grösser. Auch wird der Differenzton, der den tieferen Ton noch weiter subjectiv gegenüber dem höheren verstärkt, hier durch zahlreiche Obertöne mit erzeugt. Aber es scheint mir noch Folgendes in Betracht zu kommen. Die Zunge c^1 enthält bereits den Ton c^2 als starken Oberton in sich. Tritt nun die Zunge c^2 in Tätigkeit, so verändert sich in der Gesammterscheinung nicht so Viel, als wenn c^2 zu dem einfachen oder nur von schwachen Ober-

---

Verschmelzung eintritt.“ Dieser Apparat enthält fünf verschiedene h^1 und ebensoviele h^2, jedes vom benachbarten um etwa 0.6 Schwingungen unterschieden, sodass man eine unreine Octave $h^1 h^2$ stufenweise in eine reine verwandeln kann. In dem Moment, wo die Verschmelzung am stärksten wird, nimmt man hier nur noch einen Ton wahr und kann dann natürlich die Verschmelzung selbst nicht wahrnehmen.

tönen begleiteten c^1 hinzutritt. Und hat man vorher den Klang der Zunge c^1 als Einheit aufgefasst, so wird diese Auffassung durch die verhältnismässig geringe Änderung der Gesammterscheinung nicht umgestossen, obgleich c^2 nun an sich stark genug wäre, um von c^1 unterschieden zu werden — eine Trägheitserscheinung, die ihre Analogien hat.

Der Unterschied des Ergebnisses in den verschiedenen Regionen muss dann wol darauf beruhen, dass in der eingestrichenen Octave der erste Oberton besonders stark ist. Bei Flötenpfeifen in derselben Region ist die Erscheinung zwar auch zu beobachten; doch, wie mir scheint, nicht in demselben Grade wie bei Zungen, weil eben die Obertöne bei den Flöten nicht so stark sind.

Die Rolle, welche die Verschmelzung spielt, ist auch bei den zuletzt erwähnten Beobachtungen durchgängig wieder leicht erkennbar. Wenn man zu $c^1 e^1 g^1 c^2$ noch als fünften Ton e^2 fügt, so tritt dieser nun wieder viel selbständiger hervor als c^2, obgleich er gegenüber der grösseren bereits vorhandenen Tonmasse einen schwereren Stand hat.

Interessant ist es auch, an den Zungenapparaten blos Octaven zusammenzuhäufen. Kommen immer höhere Octaven dazu, so ist meistens schon die dritte so gut wie unmerklich. Die Hinzufügung einer tieferen wird immer bemerkt.

Dieselbe Erscheinung wie bei der Octave lässt sich schliesslich auch bei einer Duodecime (z. B. Cg mit Gabeln) herstellen, nur muss der höhere Ton etwas schwächer als bei der Octave genommen werden.

c) Analyse von Nachempfindungen und Gedächtnisbildern.

Helmholtz hat auf die Tatsache hingewiesen, dass man im Stande ist, an optischen Nachbildern Manches zu erkennen, was man im ursprünglichen Eindruck nicht erkannte[1]). Ähnliches behauptet nun Urbantschitsch bezüglich akustischer Nachbilder[2]). Wenn man zwei verschiedene Töne gleichzeitig

[1]) Physiol. Optik ¹358—9, 361. Brentano Psych. 154. Hauptsächlich erklärt sich dies aus dem Wegfall einer starken Irradiation, wie man gut beim Anblick elektrischer Glühlampen beobachten kann, deren Nachbilder die Form des Drahtes deutlicher zeigen.

[2]) Pflüg. Arch. XXIV (1881) 592. Vgl. oben I 278.

zu Einem Ohre leitet, so treten die Nachbilder meistens ungleichzeitig und miteinander wechselnd auf, können aber auch gleichzeitig erscheinen, und in diesem Fall wird, wie Urbantschitsch besonders hervorhebt, häufig angegeben, dass „keineswegs jene schwirrenden Geräusche wahrgenommen werden, welche im Ohr bei gleichzeitiger Zuleitung gewisser unharmonischer Töne so überaus lästig sind. Im Nachbild fällt dieses Schwirren vollständig hinweg, sodass die beiden Töne nebeneinander, jeder vom anderen deutlich unterschieden zur Nachempfindung gelangen. Dieses interessante Phänomen tritt noch auffälliger bei solchen Individuen hervor, welche die beiden objectiven Töne nicht von einander unterscheiden können, sondern bei der Schallzuleitung nur ein confuses Tongewirr wahrnehmen. Ich habe mich wiederholt überzeugt, dass unmusikalische Versuchspersonen häufig die beiden objectiven Prüfungstöne nicht zu differenziren vermögen, dagegen stets dieselben im Nachbilde auftretenden Töne mit Leichtigkeit bestimmen und von einander deutlich unterscheiden können.“

Mit den schwirrenden Geräuschen meint Urbantschitsch doch wol rasche Schwebungen und Schwebungsgeräusche. Dass diese wegfallen, begreift sich, da Schwebungen, soviel wir wissen, nur entstehen, wenn ein und dasselbe Nervenanhängsel durch zwei verschiedene objective Schwingungen zugleich erregt wird; während bei den Nachbildern zwei Nervenanhängsel (bez. zwei Gruppen solcher), jedes in seiner Weise, nachschwingen. Im Allgemeinen dienen nun gerade Schwebungen, wie wir öfters erwähnt haben, unmusikalischen Personen als Kennzeichen der Mehrheit. Allein es handelt sich dann auch nicht um eine unmittelbare oder wirkliche Analyse, sondern nur um eine Schlussfolgerung. Für die wirkliche Analyse sind in der Tat die Schwebungen als Nebenerscheinung nur störend und ihr Wegfall erleichternd. Es wäre von Interesse gewesen, wenn Urbantschitsch auch mit consonanten Tönen, die keine Schwebungen geben, etwa der Octave, versucht hätte, ob die Analyse bei Nachbildern leichter werde.

Wir sprachen zunächst von den Nachempfindungen. Diese sind nicht identisch mit Gedächtnisbildern, auch nicht mit den

sg. „primären Gedächtnisbildern" (EXNER), die sich unmittelbar an die Empfindung anschliessen, sondern sind selbst noch Empfindungen. Dass wir aber auch im Gedächtnis, an unwillkürlich oder willkürlich vorgestellten Klängen Unterscheidungen machen, haben wir öfters bereits hervorgehoben und kann im Allgemeinen leicht constatirt werden. Wir können Accorde ebenso deutlich mit allen ihren Tönen in der Erinnerung oder freien Phantasie hören wie in wirklicher Empfindung, und ebenso uns bei hinreichender Übung auch den Eindruck eines Einzelklanges wieder vergegenwärtigen, innerhalb dessen ein Oberton uns besonders merklich wurde.

Wie aber, wenn wir in einem Zusammenklang während der wirklichen Empfindung Nichts unterschieden haben, indem z. B. die Aufmerksamkeit auf andere Gegenstände gerichtet war: können wir ihn dann nachträglich analysiren? Auffrischen können wir ja auch solche Eindrücke, wenn sie noch im unmittelbaren Bewusstsein aufzutreiben und nicht schon vergessen sind; d. h. wir können die Aufmerksamkeit nachträglich auf das primäre Gedächtnisbild hinlenken. In diesem Fall ist ohne Zweifel gegenüber Zusammenklängen häufig noch Analyse möglich. Ich habe sogar mehrfach, mich beim Arbeiten unterbrechend, mit Erfolg den Versuch gemacht, die Töne eines soeben, während des aufmerksamen Nachdenkens über andere Dinge, nebenbei gehörten Accords zu benennen. Allerdings ist die Frage, ob in solchen Fällen die Analyse nicht doch schon während der Empfindungsdauer begonnen haben muss, ob die sg. nachträgliche Analyse nicht blos in einer weiteren Verdeutlichung des bereits Unterschiedenen besteht. Es kann ja auch ein nebenbei gehörter bekannter Accord durch die mechanisch nachwirkende vielfache Übung als eine Tonmehrheit aufgefasst werden und der nachträglichen Besinnung nur die Aufgabe bleiben, die Töne als consonant, als Dreiklang, als *d*, *fis*, *a* u. dgl. zu erkennen.

Zweifelhaft kann es ferner erscheinen, ob auch Obertöne aus einem Klang nachträglich herausgehört werden können. Auch dies scheint bei unharmonischen hohen Obertönen eines

tiefen oder mittleren Grundtons möglich, wie bei dem gellenden hohen Teilton einer angeschlagenen Stimmgabel. Man kann sich desselben nachher „bewusst werden", nachdem man zuerst den Grundton beachtete; ja auch umgekehrt kann es geschehen, dass man zuerst mehr den Oberton und dann im Gedächtnisbild mehr den Grundton beachtet. Aber ein solcher Eindruck ist von vornherein nicht vollständig unanalysirt gewesen. Wo dies der Fall, wie bei einem unaufmerksam gehörten Klang mit consonanten Obertönen, da scheint mir nachträgliches Heraushören ganz unmöglich. Ohnedies fällt die Möglichkeit der subjectiven Verstärkung, die Obertönen gegenüber so wesentlich ist, hier hinweg.

Ja nicht blos einen Anfang spontaner Analyse während der Empfindung, sondern auch ein gewisses, sei es noch so geringes, Aufmerksamkeitsteilchen für die einzelnen Töne müssen wir, wie ich glaube, als Bedingung in solchen Fällen voraussetzen. Wie wir uns an Nichts erinnern können, was von keinem noch so geringen Moment des Interesses begleitet war, so können wir auch schwerlich einem Teil eines noch im unmittelbaren Bewusstsein weilenden Inhaltes eine nachträgliche Aufmerksamkeit schenken, wenn er vorher ganz und gar davon ausgeschlossen war. „Aufmerksamkeit, Interesse" ist allerdings für solche nebenher abfallende Regungen schon zu Viel gesagt, wenn wir die Worte im populären Sinn nehmen. Aber man muss sie eben in der Theorie begrifflich-streng und allgemein verstehen, mag es sich um Grosses oder Kleines derselben Gattung handeln.

Nun halten wir zwar fest, dass Analyse nicht schlechthin und immer Aufmerksamkeit einschliesst. Aber ein nachträgliches Erkennen von Teilen in einem vorher vollkommen unaufmerksam gehörten Ganzen scheint mir ausgeschlossen; vorausgesetzt natürlich, dass es sich nicht blos um eine mittelbare Analyse, ein Erschliessen der Teile handelt[1]).

---

[1]) Über ähnliche Fälle bei anderen Sinnen vgl. Exner, Herm. Hdb. II, 2, 281. Exner spricht von „vollkommen abgelenkter Aufmerksamkeit."

Das Gesagte ändert Nichts an den Folgerungen, die wir aus ähnlichen Tatsachen o. 29 gegen die Annahme eines Wettstreits der Töne

§ 24. Individuelle Unterschiede im Analysiren und Heraushören.

Über die mutmasslichen Wurzeln der wunderbaren individuellen Verschiedenheiten in der Fähigkeit zur Analyse einer gleichzeitigen Tonmehrheit ist im Vorangehenden gesprochen. Tatsächliches über solche Verschiedenheiten ist ebenfalls bereits vielfach eingeflochten. Ich will jedoch noch eine Reihe zusammenhängender Beschreibungen gewissermassen typischer Zustände anfügen, um dem Leser ein Bild von der Beschaffenheit der Auffassungsweise zu geben, welcher gleichzeitige Töne besonders in unmusikalischen oder halbmusikalischen Seelen begegnen. Die Ausführlichkeit der Beschreibungen dürfte sich durch den fast gänzlichen Mangel an solchen tatsächlichen Feststellungen rechtfertigen.

1. Äusserste Unfähigkeit bei übrigens normaler Gehörschärfe und Intelligenz fand ich bei Herrn stud. (jetzt Dr.) W. Kessler, der bereits o. 158 erwähnt ist. Derselbe hatte — um zuerst das Nötige aus seinen musikalischen Personalacten anzuführen — niemals Instrumente erlernt und war auch zum Singen unbrauchbar erfunden worden, nachdem er ein Vierteljahr in der Schule mitzusingen versucht hatte. Er kann wirklich gegenwärtig keinen Ton seiner Höhe gemäss nachsingen, ausgenommen innerhalb eines engen Bezirks, der etwa eine Quinte umfasst. Auf die Frage, welcher von zwei aufeinanderfolgenden Tönen der höhere sei, gibt er in der Mitte meistens richtige, in der Höhe und Tiefe sehr viel falsche Antworten. Gleichzeitige Tonzusammenstellungen sind ihm fast durchweg indifferent, und findet er einmal eine angenehmer

---

gezogen haben. Dort war nur die Rede von der Concentration der Aufmerksamkeit auf Eine Stimme, was nicht gleichbedeutend ist mit ausschliesslicher Zuwendung. Schon durch solche vorwiegende Aufmerksamkeit auf Eine Stimme während der ganzen Phrase müssten nach der Wettstreitslehre die anderen von der Empfindung und dadurch natürlich auch von der Reproduction ausgeschlossen werden.

oder weniger angenehm, so trifft sein Gefühl mit dem musikalischen keineswegs zusammen; von solchem ist keine Spur zu entdecken.

In Bezug auf die hieher gehörige Frage nun, ob eine Tonzusammenstellung ihm als ein oder mehrere Töne erscheine, entscheidet er sich so gut wie durchgängig für die Einheit. Ich lege ihm am Clavier Dissonanzen vor, Triton, Secunde, grell dissonirende Accorde wie $b f^1 a^1$, Zusammenklänge mit weitester Distanz ihrer Teile, wie F und e^3 — Alles umsonst. Ich spiele die Töne zuerst isolirt, z. B. es^1, dann g^1, und hierauf beide zusammen — umsonst. Er erkennt nicht, dass sie in dem Zusammenklang enthalten sind. Der Eindruck erscheint ihm als etwas Neues. In der ersten Reihe der o. 155 erwähnten Versuche an der Orgel liess ich ihn noch mitwirken: unter den 60 Fällen gab er nur zweimal an, zwei Töne gehört zu haben, einmal bei einer grossen Terz, einmal beim Tritonus; in 4 Fällen blieb er zweifelhaft; in allen übrigen stimmte er für Einheit. Ganz ebenso verhielt er sich gegenüber Violinzweiklängen.

Endlich versuchte ich Stimmgabeln, bei denen man den Vorteil hat, durch Verteilung an beide Ohren die Analyse erleichtern zu können. Die Gabeln gehörten der ein- und zweigestrichenen Octave an. Mit dem Tritonus beginnend, fand ich denn auch wirklich, dass K. bei allen Intervallen, welche eine grosse Terz überschritten, die Zweiheit erkannte, wenn die Gabeln an beide Ohren verteilt wurden, und dass er sie unmittelbar nachher auch erkannte, wenn sie Einem Ohr geboten wurden, nicht aber, wenn dies sogleich Anfangs geschah. Die Intervalle waren Quarte, Tritonus, Quinte, grosse und kleine Septime, Octave. K. wusste auch fast in allen diesen Fällen richtig anzugeben, auf welcher Seite bei verteilten Gabeln er den höheren Ton hörte.

Dagegen die grosse und kleine Terz, wie die kleine Secunde (a^2 mit gis^2) konnte K. auch bei verteilten Gabeln nicht als Zweiheit erkennen. Bei der Secunde entging ihm auffallenderweise auch das Rollen der Schwebungen, das sonst Unmusikalische auch bei Verteilung der Gabeln in diesem Fall leicht bemerken. Bei Aufeinanderfolge beider Töne fand er dagegen sogar zwischen a^2

und *gis*[2] noch einen Unterschied und gab auch richtig an, welcher (der erste oder zweite) Ton der höhere war.

Ich stellte bei der Octave auch die Frage, ob beide Töne, die er ja hier bei verteilten Gabeln unterschied, so deutlich auseinandertr äten wie beim Tritonus; was K. entschieden verneinte. Ferner schien ihm im Falle der Octave, aber auch der grossen Septime (a^1 mit gis^2) der höhere Ton bedeutend schwächer und fast im tieferen zu verschwinden, auch dann, als ich die höhere Gabel stärker anschlug. In zwei Fällen (einmal bei der Quinte) machte er noch die besondere Bemerkung, dass der Klang, den er zuerst als zwei Töne hörte, beim Ausklingen Einer zu werden schien.

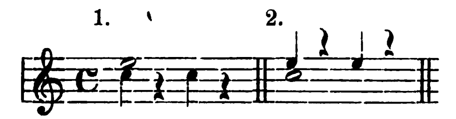
Wir erkennen hier überall die allgemeinen Einflüsse: den der qualitativen Distanz, der Localisation, des Verschmelzungsgrades, der Intensität. Das Zurücktreten des höheren gegen den tieferen Ton bei Octave und Septime erinnert an die oben 352 f. besprochenen Erscheinungen (bei der grossen Septime kann immerhin ebenfalls eine Verstärkung des tieferen Tons durch den Differenzton stattgefunden haben, da beide einander so nahe liegen, dass für ein so unmusikalisch gebautes Ohr die Empfindungsschwelle gleichzeitiger Töne hier nahezu erreicht sein mag, beide also als Ein Ton empfunden werden).

Von grossem Interesse ist das gleichzeitige fast gänzliche Fehlen des analysirenden Urteils und des Gefühls für Zusammenklänge; ein Punct, der uns später wichtig wird.

Worin nun aber die ungeheuer geringe Fähigkeit zur Analyse überhaupt bei einem Solchen ihren Grund habe, darüber können wir nur auf die im vorigen Paragraphen geäusserten allgemeinen Vermutungen hinweisen. Genug, dass sie wenigstens keine unbedingte Unfähigkeit und der Übung nicht ganz unzugänglich ist, dass also selbst die Tonauffassung solcher Amusoi sich doch nur graduell von der des Musikalischen unterscheidet.

2. Unter den übrigen Hallischen Versuchspersonen kam Herr stud. Tewes diesem Zustand auch einigermassen nahe. Er weigerte sich, einen Ton nachzusingen, da er sich ausser Stande fühle, ihn zu treffen. Doch entbehrte er nicht so ganz des Gefühles für Zusammenklänge, indem er wenigstens den Durdreiklang anderen Ton-

verbindungen vorzog. Bezüglich der Analyse untersuchte ich an ihm noch besonders, ob er die vorher oder nachher einzeln angegebenen Töne der Orgel bei ihrem Zusammenklingen wiedererkenne. Beim Tritonus war er dessen fähig. Bei der Terz $c^1 e^1$ aber nicht. Bei 1. oder 2.:



glaubte er nur abwechselnd einen tieferen und einen höheren Ton zu hören; dass der andere daneben fortklang, entging ihm. Anhänger der Wettstreitslehre werden dies aufgreifen; es ist aber für jede Anschauung erklärlich.

3. Prof. G. (Naturforscher), der entschieden in die Kategorie der Unmusikalischen gehört, da ihm z. B. fortgesetzte Quintenparallelen „ganz gut“ klingen und die Musik überhaupt ihn gleichgültig lässt, der jedoch consonante und dissonante Zusammenklänge ziemlich sicher auseinanderhalten kann, erkennt auch stets eine Mehrheit darin, und zeigt sich nicht ganz unfähig, die analysirten Töne durch Singen anzugeben. So bei $dis^1 a^1 c^2$ den oberen und unteren Ton, dagegen den mittleren nicht, obschon er drei Töne zu hören sich bewusst war. Als ich diesen, a^1, auf dem Clavier angab, schien er G. allerdings in dem Zusammenklang enthalten, aber „verdeckt durch die anderen“ und nicht recht deutlich. (Dies beruht auf einem allgemeineren Verhalten, auf das wir im folgenden Band bei der Analyse der „Stimmen“ kommen.) In der Octave konnte G. zwei Töne unterscheiden; um so mehr in den sonstigen Intervallen.

4. Wiederum näher steht den Musikalischen Dr. H., obgleich man ihn noch lange nicht wirklich dazu rechnen kann. Er hat nie gesungen, aber mehrmals längere Zeit Violinspiel getrieben, auch noch in letzter Zeit fast täglich geübt, empfindet ein gewisses Vergnügen an der Musik, ohne sie jedoch aufzusuchen. Fortgesetzte Quintenparallelen, langsam gespielt, findet er angenehm und bei schnellerer Bewegung auch nicht unbedingt verwerflich. Zweite Stimme kann er nicht singen, nicht einmal mit einem Anderen zu-
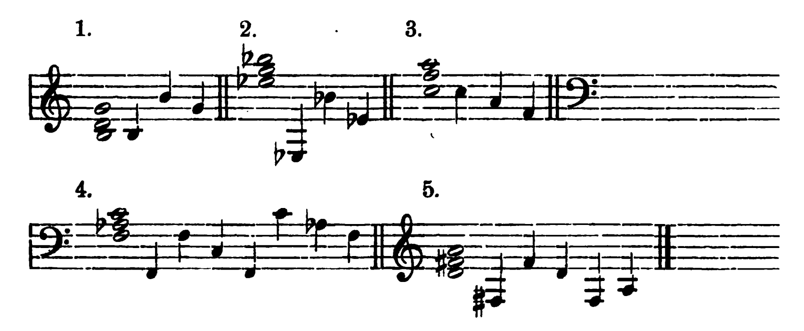
sammen, weil ihn die erste irre macht. Seine analysirende Fähigkeit habe ich sowol mit Zwei- als Dreiklängen am Clavier näher studirt. Dabei kam es mir nicht so sehr auf eine grosse Zahl von Fällen an als auf genaue Ermittelung Dessen, was in den einzelnen Fällen vom Beobachter wahrgenommen wurde, welcher zwar akustisch ungeübt, aber in der modernen Psychologie bewandert und darum in der Lage war, sich psychologisch genau auszudrücken. Da er einen einzelnen Ton (eventuell dessen für seine Stimme bequemere Octave, aber auch wol den Ton selbst mit Fistelstimme) leicht nachzusingen vermochte, so liess ich ihn durch dieses Mittel die Töne bezeichnen, die er in einem Zusammenklang zu hören glaubte.

Die Zweiklänge bestanden in Intervallen mittlerer Tonlage von der kleinen Secunde bis zur Octave. Bei der kleinen und grossen Secunde glaubte H. wol zwei Töne zu vernehmen, die er auch richtig nachsang, aber sie schienen ihm aufeinanderzufolgen; in manchen Fällen schien sich noch etwas hineinzumischen, was er vermutungsweise auf Schwebungen oder auf einen etwaigen dritten Ton bezog. In der kleinen und grossen Terz bemerkte er zwei Töne. Das letztere Intervall erkannte er sogar als grosse Terz und sang die Töne richtig, während er beim Nachsingen der kleinen in die grosse geriet, durch welche jene zum Durdreiklang ergänzt wird (statt $g^1 b^1$ sang er $es^1 g^1$), beim zweiten Versuch sogar in die Octave ($g g^1$). In der Quarte und Quinte fand er wiederum zwei Töne, erkannte auch wieder die Quinte als solche (sie ist dem Violinspieler besonders geläufig) und sang sie richtig, statt der Quarte aber wieder eine Octave. Kleine Sexte und kleine Septime wurden richtig nachgesungen. Bei der grossen Septime ($b a^1$) glaubte er drei Töne zu hören, sang aber zunächst nur die zwei wirklich vorhandenen, dann auf besondere Aufforderung als dritten f^1. Nachdem ich dieses auf dem Clavier angegeben, blieb er dabei, dass es darin sei, wenn auch nur nebenbei; „vielleicht deute er auch nur Schwebungen als Ton“. Die Octave glaubte er wunderlicherweise zuerst als zwei aufeinanderfolgende Töne vom Intervall eines Ganztons zu hören, darauf erst wurde ihm der grössere Abstand der Töne und ihr Octavenverhältnis klar. Er

meinte, dass die Verwechselung durch ein Misfallen hervorgerufen sei, welches sich für ihn an die Octave knüpfe.

Aus diesen Beschreibungen kann man wenigstens das Eine deutlich entnehmen, wie unvollkommen der wahre Tatbestand sich in der Auffassung selbst eines psychologisch Geschulten bei mangelhafter Musikbegabung spiegelt. Der wirklich Musikalische wird solche Aussagen mit Kopfschütteln lesen. Aber ich bin überzeugt, dass mehr als die Hälfte der Musiktreibenden noch schlechter bestehen würde. Weiter lässt sich nicht eben Vieles aus diesen Angaben schliessen; es scheint, dass bei den Secunden und Septimen die Schwebungen störten, während die Ersetzung der kleinen Terz durch ihr Dreiklangscomplement in musikalischen Reminiscenzen gründen mochte.

Ich versuchte es nun auch mit 14 Dreiklängen mittlerer Tonlage (zwischen *f* und *es*² als unterstem der drei Töne) und wechselte mit Dur und Moll sowie mit der Lagerung (1., 2., 3. Lage nach musikalischer Bezeichnung, also Tonica zu unterst, zu oberst oder in der Mitte). H. bemerkte jedesmal drei Töne, aber nicht alle drei mit gleicher Deutlichkeit. Er pflegte allerdings drei Töne zu singen, aber davon standen zwei meistens im Octavenverhältnis, können also hinsichtlich des Dreiklangs nur für Einen gerechnet werden. Beispielsweise in 1. und 2. unter den folgenden Fällen. Die Viertelnoten bedeuten die von H. gesungenen Töne:



In sechs Fällen fand er sogleich alle drei Töne, und zwar immer von oben herab singend, aber nicht immer in der der Dreiklangslage entsprechenden Folge; z. B. bei No. 3 der obigen Auswahl.

In zwei Fällen fand er den dritten Ton wenigstens nachträglich durch Fortsetzung seiner Singversuche, während ich den Accord immer wieder angab, so in No. 4 und 5. Aber im letzteren Fall schien ihm doch der Ton *a*, nachdem er ihn glücklich gesungen, wieder zweifelhaft; ich musste seine Erkenntnis durch's Clavier befestigen, indem ich zuerst h^2, dann a^2 isolirt angab; durch den Gegensatz wurde ihm klar, dass ersteres nicht, wol aber letzteres im Accord enthalten sei. Überhaupt erkannte er das Vorhandensein eines Tones immer leicht, wenn zur Vergleichung auch ein nicht im Accord enthaltener, aber dem wirklich vorhandenen naheliegender Ton abwechselnd mit diesem angegeben wurde.

Wie man schon an den angeführten Beispielen sieht, ging H. meist von dem zuerst erfassten Ton in dessen höhere Octave (wozu er ja auch bei Zweiklängen neigte), dann zu einem dazwischenliegenden Dreiklangston. Er selbst fühlte wol, dass er damit den Tonvorrat noch nicht erschöpft hatte. Es sei noch Etwas darin, etwas Hineingemischtes, ein Medium, das die beiden anderen Töne umfasse, das er aber nicht für sich herausbekomme. Einmal wurde er doch auch zweifelhaft, ob nicht wirklich blos zwei Töne vorlägen. Im zweiten der hier gegebenen Beispiele (dem 7. der Versuchsreihe) fiel ihm das Nachsingen selbst dann schwer, als er durch das vorhin genannte Mittel vom Vorhandensein des g^2 sich hatte überzeugen lassen.
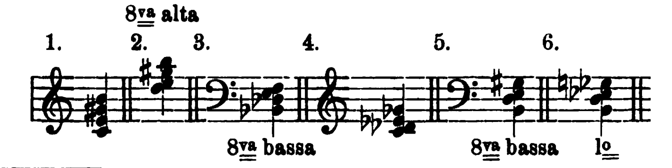
Unter den herausgehörten und nachgesungenen Tönen befand sich in allen Fällen mit Ausnahme eines einzigen (des ersten der Reihe, eines *A-moll*-Klanges in 3. Lage) die Tonica, einerlei welche Stellung sie im Dreiklang einnahm. Diese war es auch, welche mit Vorliebe doppelt (in der Octavenwiederholung) gesungen wurde. In zwei Fällen wurde jedoch die Terz verdoppelt; sie sind unter den hier angeführten als No. 1 und 5 enthalten.

Der Ton, welchen H. nur undeutlich wahrnahm und nicht nachsingen konnte, das „Medium", war meistens der mittlere bei der gewählten Dreiklangslage (vgl. oben Prof. G.), und dieser war einmal Tonica (das einzigemal, wo diese nicht deutlich herausgehört wurde), 2 mal Terz (grosse und kleine), 4 mal Quinte. Wahrscheinlich war die Leiterstellung des bezüglichen Tones ohne Einfluss
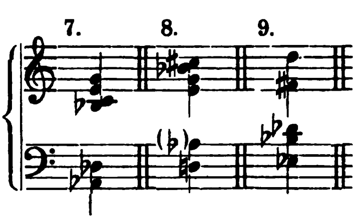
und nur der Umstand massgebend, welcher Ton gerade in der Mitte lag.

5. Über die Analyse von Seiten wirklich musikalisch veranlagter und durchgebildeter Personen berichten wir Näheres, wenn von Intervall- und Accordurteilen die Rede sein wird, da ja mit einem solchen ohnedies immer eine Analyse gegeben ist. Wir werden sehen, dass Solche nicht nur die Zahl der Töne sondern auch die Natur des Intervalls oder Accords mit grosser Sicherheit anzugeben wissen, vorausgesetzt dass es sich nicht um ganz ungebräuchliche Zusammenstellungen, um allzunahe zusammengedrängte Töne, um die äussersten Tonlagen, um allzukurze oder zu schwache Töne handelt. Bei consonanten Vierklängen kann es, wie erwähnt, vorkommen, dass sie als Dreiklänge aufgefasst werden, indem eine darin enthaltene Octave als Ein Ton gefasst wird. Sonst werden aber consonante wie dissonante Vierklänge auch bei kurzem Anschlag unter obigen Voraussetzungen noch leicht als Duraccord, verminderter Septimenaccord u. s. f. erkannt; und wer absolute Tonhöhen erkennt, weiss auch die einzelnen Töne des Accords ihrer Höhe nach zu benennen, ja sogar leichter als wenn sie isolirt angegeben werden (I 306).

Auffallend sind bei dieser Classe fast mehr die Grenzen der Leistungsfähigkeit, die negativen Fälle. So begegnete es einer tüchtigen Concertsängerin doch, dass sie bei dem Accord No. 1 der folgenden Reihe die Zahl der Töne im ersten Augenblick als „eine ganze Menge“ bezeichnete; nachher fand sie indessen das Richtige. Den Cellisten Popper, dessen Leistungen in absoluter Tonerkenntnis wir I 305 f. besprachen [1]), stellte ich in vorliegender Sache durch die ausgesucht schwierigen Fälle 2—6 auf die Probe.



[1]) In der Tabelle S. 310 muss es bei P. 14) statt 11 : 13 heissen 10 : 13. Ich hatte einen Fall übersehen, in welchem *E* für *Es* gehalten wurde; wonach auch auf der folgenden Seite Z. 11—13 zu ergänzen.



Jeder Accord wurde nur Ein Mal und kurz angegeben. Eine Mehrheit von Tönen nahm Popper immer wahr. Aber bei No. 2 konnte er keinen Ton benennen, bei No. 3 nur das *F*. Dagegen wurden bei 4 und 5 alle Töne richtig benannt, bei 6 nur der tiefste nicht. Ich selbst bestimmte bei der abscheulichen Zusammenstellung 7 alle Töne richtig, den untersten jedoch nur mit Wahrscheinlichkeit. Bei noch scheusslicheren Misbildungen, die zudem ganz kurz und mit Anwendung der Verschiebung angegeben wurden, gelang es mir wenigstens, den obersten Ton meist richtig zu benennen. Die Tonverbindungen 8 und 9, die auch eine Octave tiefer gelegt werden können, sind als Musterbeispiele für ähnliche Versuche beigefügt, denen sich freilich musikalische Gemüter nur ungern unterziehen werden.

Bei gebräuchlicheren, wie auch immer grell dissonirenden, Verbindungen ist auch eine grössere Anzahl gleichzeitiger Töne noch zu erkennen. Und auch bei den ungebräuchlichsten, die obigen mit eingerechnet, ändert sich die Sache, sobald sie im musikalischen Zusammenhang vorkommen. Man ist dann durch das Vorausgehende zusammen mit den aus der Erfahrung bekannten Möglichkeiten der Stimmbewegung auf das Neue vorbereitet oder erwartet es geradezu. Aber diese Einflüsse haben wir erst später zu verfolgen.

6. Ich habe endlich auch Kinder auf ihre Fähigkeit zu gleichzeitiger Tonunterscheidung geprüft, um ein Bild von den Anfängen dieses Vermögens zu bekommen. Hiebei kam es mir auf solche an, die noch keinen oder nur soviel Clavierunterricht genossen hatten, um zu wissen, dass mehrere Tasten zusammen anders klingen als eine allein, um also die Frage zu verstehen. Nötigenfalls liess sich dies ihnen kurz vorher beibringen.

a) Besonders untersuchte ich hierüber an meinem Sohne Rudolf. Derselbe hatte früher wol Zeichen eines musikalischen Gehörs, doch

keine Beweise hervorragender Musikanlagen gegeben (vgl. I 293). Nachdem er nun während des Sommers 1886 in einem Kindergarten eifrig Lieder mitgesungen und fast täglich ein neues mit nach Hause gebracht hatte, das er mit reiner Intonation zu singen wusste, legte ich ihm im December desselben Jahres, als er $5\,^1/_2$ Jahre alt war, auf dem Clavier in mittlerer Tonlage eine Anzahl von Octaven, Quinten und grossen Terzen (durcheinander) vor, am letzten Versuchstag auch grosse Secunden. Die Versuche konnten jedesmal nur kurz dauern, da er der Sache überdrüssig wurde. Die Antworten waren merkwürdig genug. Er behauptete nämlich, je nach den Fällen bis zu 5 Töne zu hören. Die Fünfzahl wird ihm dabei als solche kaum anschaulich vorgeschwebt haben, aber er hatte eben den Eindruck einer grösseren Menge als in den Fällen, wo er nur 2 oder 3 angab. Bei Octaven sagte er fast ausnahmslos: Ein Ton, bei Quinten öfter 1 als 2, bei Terzen meistens über 2, ebenso bei Secunden. Näher wurden angegeben

in je 20 Fällen, also statt je 40 Tönen	bei der Octave	in Summa	21	Töne
	„ „ Quinte	„	32	„
	„ „ Terz	„	50	„

Bei der Secunde hatte ich nur 5 Fälle, die zusammen 14 Töne ergeben, was auf 20 Fälle 56 ergeben würde. Mögen wir diese mitvergleichen oder nicht, so sehen wir, dass hier *die Zahl der angeblich gehörten Töne mit abnehmender Verschmelzung zunimmt*. Es stimmt dies auch recht wol mit dem Wesen der Verschmelzung: je geringer sie ist, um so mehr entfernt sich der Eindruck von dem der Einheit. Der Knabe drückte dies dadurch aus, dass er höhere Zahlen wählte. Freilich könnte man auch folgern: „Je geringer die Verschmelzung, um so deutlicher müssen die zwei Töne als *zwei* erkannt werden.“ Aber soweit reichte das Auffassungsvermögen noch nicht, um die genaue Zahl zu erkennen. Nur eine Mehrheit überhaupt wurde bemerkt, und je mehr sie als solche *merklich* war, um so *grösser* schien sie zu sein. Die richtige Unterscheidung einer Mehrheit von einer anderen ist bereits eine höhere Leistung als das Wahrnehmen einer Mehrheit überhaupt.

Was wir vorhin von der Concertsängerin sagten und weiterhin von Kindern berichten werden, stimmt mit diesem Verhalten meines Knaben überein. Es liegt hier ein allgemeinerer Zug der Auffassung vor [1]).

Vielleicht wird Einer sagen: „Man hört wirklich um so mehr Töne, je weniger consonant ein Intervall ist. Denn um so grösser ist die Zahl der Differenztöne (o. 246), und zugleich fallen immer weniger und immer schwächere (weil höhere) Obertöne zusammen, sodass immer mehr und stärkere von einander verschiedene Obertöne im Zusammenklang enthalten sind. Kinder sagen also auch hier die Wahrheit."

Aber man kann éine Mehrheit nicht blos nicht zählen sondern auch nicht als Mehrheit wahrnehmen, wenn man nicht die Glieder wahrnimmt. Und dass das Kind die Beitöne als solche wahr-
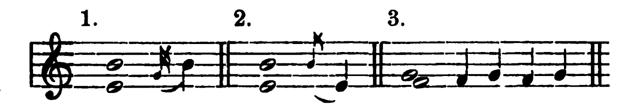
---

[1]) Ich will hier einer anscheinend analogen optischen Erfahrung gedenken, welche ich mache, wenn ich bei Schliessung eines Auges mit dem anderen eine Zirkelspitze fixire, während die zweite Spitze bei grösserer oder geringerer Öffnung des Zirkels indirect gesehen wird. Ich glaube dann die letztere mehrfach zu sehen. Der Eindruck ist ähnlich dem der zweiäugigen Doppelbilder, nur dass die Zahl der Bilder weniger bestimmt ist und sie unmittelbar neben einander zu liegen scheinen. In den mir bekannten Untersuchungen über indirectes Sehen ist stets nur darauf Gewicht gelegt, dass zwei Puncte um so schwerer unterscheidbar werden, je weiter ihr Bild nach aussen rückt, während das Mehrfachsehen Eines Punctes im normalen (nicht misbildeten) Auge nicht erwähnt wird. Die eigentümliche, so schwer zu beschreibende Undeutlichkeit des indirect Gesehenen (vgl. Brücke, Sitz.-Ber. der Wiener Akad., Bd. 80, III. Abt. 1879) dürfte damit zusammenhängen. Ob sie aber die Ursache des Mehrfachsehens ist oder vielmehr eine Wirkung, wage ich nicht zu entscheiden. Im ersten Fall wäre das Mehrfachsehen als Täuschung, auch subjectiv, zu erklären, im zweiten dagegen würde die Undeutlichkeit gerade wesentlich auf dem wirklichen Vorhandensein der mehrfachen Bilder beruhen. Und hiefür würde sich eine Erklärung aus der o. 341 erwähnten Hypothese Fleischl's ergeben, aus der die Erscheinung sogar notwendig und unmittelbar folgt.

Auffallend ist auch, dass der indirect gesehene Schenkel des Zirkels ganz erheblich grösser scheint, als der fixirte; was besonders bei allmäliger Annäherung des nichtfixirten bis zum Zusammenfallen mit dem fixirten hervortritt.

genommen hätte, deutlich oder undeutlich, können wir doch nicht voraussetzen. Auch widersprechen der Erklärung die Urteile über Dreiklänge u. 376, 380, in denen doch noch viel mehr Beitöne und überdies auch mehr Haupttöne enthalten waren.

Seltsames ergab sich aber beim Nachsingen, wozu ich den Kleinen am dritten Tage vermochte. Er sang nämlich immer blos Einen der beiden Töne, auch wenn er behauptet hatte, zwei oder mehr zu hören. Darauf angeredet meinte er: „Ich singe ja zwei, hier an der Zunge und dann im Halse.“ Er hatte nämlich den Ton auf das Wort „Klang“ gesungen, auf welches er von selbst verfallen war (sicherlich ohne an seine Bedeutung zu denken); wobei das „Kl“ mit der Zunge, der übrige Teil weiter hinten gebildet wird. Gelegentlich drückte er die Zweiheit auch durch Bildungen, wie *Klang - an* aus, wobei er auf der zweiten Silbe den nämlichen Ton wiederholte; ebenso die Dreiheit (bei einer Secunde, die er für drei Töne erklärt hatte) durch *Lang - Lang - Lang*. Wenn ich dagegen das nämliche Intervall unmittelbar nachher noch einmal angab und wiederum die Töne gesungen wünschte, so kam es vor, dass er nun den anderen der beiden Töne sang. Überhaupt war es bald der tiefere, bald der höhere, den er nachsang, ohne dass irgend eine Regel darüber aus den Aufzeichnungen ersichtlich wäre; aber ausnahmslos war es einer von den beiden wirklich vorhandenen.

In vielen Fällen bediente er sich jedoch einer Art von Vorschlag oder auch eines eigentümlichen leisen Hinauf- und Hinunterziehens der Stimme, bevor er den intendirten Ton festnahm, und zwar regelmässig von der Seite des anderen Tones her; wie bei 1, wo die ganzen Noten das aufgegebene Intervall, die Viertelnote den nachgesungenen Ton darstellt.



Mehrmals fiel der Vorschlag mit dem anderen Ton selbst zusammen, wie bei 2 (wo er auch einen merklichen Nebenaccent erhielt),

anderemale lag er nur in der Richtung des zweiten Tons und ging dann meist stetig in den mit fester Tonhöhe gesungenen über. Den Eindruck der grossen Secunde, die er nebenbei wiederholt ungefragt für einen „hübschen Ton" erklärte, gab er einmal durch ein öfteres Abwechseln der beiden Töne wieder (Beisp. 3).

Man kann daher nicht aus den Ergebnissen der Singprüfung schliessen, dass er wirklich blos Einen Ton hörte und die grösseren Zahlen, die er nannte, etwa irgend einem täuschenden Zufall entsprungen wären. Dem würden die letzterwähnten Beobachtungen widersprechen. Ebensowenig aber, dass er ein blosses Nacheinander von Tönen, einen Wettstreit, hörte. Obschon die letzten Tatsachen für sich allein dahin gedeutet werden könnten, würde wieder die erste und seltsamste widersprechen: dass er die wahrgenommene Tonmehrheit durch Wiederholung eines und desselben Tones ausdrückte. Wenn in seiner Empfindung die Töne während des objectiven Klanges abwechselten, so wäre am wenigsten begreiflich, warum er diesen Höhenwechsel nicht leicht hätte nachahmen können. Wenn er dagegen eine gleichzeitige qualitative Tonmehrheit wahrnahm, so lässt sich immerhin denken, dass er, da man doch nicht zugleich zwei verschiedene Töne singen kann, das Auskunftsmittel ergriff, einen Ton zweimal zu singen. Deutlicher hätte er freilich beide Töne abwechselnd gesungen; das tat er ja aber auch öfters in der obigen, mehr oder weniger genauen Form. Nicht ganz unmöglich scheint es, dass auch die Gewohnheit mitwirkte, successive zu zählen und dabei von der Verschiedenheit des Gezählten abzusehen. Doch lege ich diesem Erklärungsgrund wenig Gewicht bei, da ich die Frage in diesen Fällen ausdrücklich darauf gerichtet hatte, was für Töne er hörte.

Anderthalb Jahre später fiel es mir auf, das derselbe Knabe ein fernes Trompetenduett (in Terzen, Quinten, Sexten sich bewegend) einer einzigen Trompete zuschrieb und sich förmlich ereiferte, als ich dies bestritt, da es ihm durch das unmittelbare Zeugnis seines Ohres festzustehen schien. Hier nahm er also den Zweiklang nicht als zwei oder mehr Töne. Da sich, wie wir sogleich sehen werden, seine Auffassung isolirter Zusammenklänge inzwischen nicht so wesentlich geändert hatte, kann ich mir nur denken, dass

die Aufmerksamkeit hier ganz durch die Verfolgung der Melodie (bekannter Volkslieder) in Anspruch genommen war. Wahrscheinlich würde aber ein einziges dissonantes Intervall ihn auf die Mehrheit der gleichzeitigen Töne hingelenkt haben.

Als der Knabe 7 $^{3}/_{4}$ Jahre geworden und fünf Wochen Clavierunterricht gehabt hatte (wobei ihm das Zweihändigspielen, die gleichzeitige Erzeugung zweier verschiedener Tonphrasen, grosse Schwierigkeit machte), prüfte ich ihn wieder und legte ihm nun ausser Octaven, Quinten und grossen Terzen auch noch den Tritonus und die grosse Secunde vor, wiederum in der Mittelregion (der eingestrichenen Octave). Die Versuche wurden in fünf kurzen Abteilungen an verschiedenen Tagen während einer längeren Periode gemacht, um der Unlust und Ermüdung vorzubeugen, und lieferten für jedes Intervall im Ganzen 16 Fälle. Jetzt wurde die Octave in den meisten Fällen für 2 Töne erklärt, seltener (7 mal) für 1 Ton; die Quinte nur ein einzigesmal für 1, meist für 2, 2 mal für 3; die grosse Terz bald für 2, bald für 3, 1 mal auch für 4; ebenso der Tritonus; während bei der grossen Secunde auch sogar 1 mal auf 5 und nur selten auf blos 2 geraten wurde. Ich ziehe hier wieder die Summe aller angeblich gehörten Töne für jedes Intervall. Es ergeben sich:

in je 16 Fällen, also statt je 32 Tönen	bei der Octave	in Summa	25	Töne
	„ „ Quinte	„	31	„
	„ „ Terz	„	41	„
	beim Tritonus	„	43	„
	bei der Secunde	„	49	„

Ganz dieselbe Zahlenordnung war auch schon innerhalb jeder der fünf kleinen Versuchsreihen aufgetreten, nur dass der Tritonus gelegentlich ein oder zwei Einheiten weniger als die Terz hatte. Man sieht also, dass zwar Octave und Quinte jetzt leichter für zwei Töne erkannt wurden als früher, dass aber die Reihenfolge: Octave, Quinte, Terz in Hinsicht der Gesammtzahl der angeblich gehörten Töne dieselbe geblieben ist. Es entspricht nicht minder dem zu Erwartenden, dass Tritonus und Secunde in der Reihenfolge nach den genannten auftreten. Allein der Unterschied zwischen Tritonus und Terz ist gering und kehrt sich, wie erwähnt, in den

einzelnen Versuchsabteilungen auch gelegentlich um; und was die Secunde betrifft, so dürften hier doch die Schwebungen auf das Urteil mit eingewirkt haben, zumal da ich die Töne auf Wunsch lange andauern lassen musste. Ich glaube daher, dass ohne die Schwebungen die Zahlen für Terz, Triton und Secunde annähernd gleich ausgefallen wären, dass der Unterschied des Verschmelzungsgrades zwischen der Terz und den beiden Dissonanzen hier nicht mehr ausschlaggebend genug war, wie er ja in der Tat geringer ist als zwischen den stärker verschmelzenden Intervallen.

Zum Nachsingen der gehörten Töne war der Knabe jetzt nicht mehr zu bewegen. Es sei zu schwer, antwortete er jedesmal. Nur Einmal entschloss er sich und sang den höheren Ton einer Quinte richtig; den anderen erklärte er nicht singen zu können. Jeden einzeln angegebenen Ton sang er mit Leichtigkeit nach. Auch wurden die Töne, wenn ich sie zuerst vereinigt, dann einzeln vorlegte und fragte, ob diese darin seien, als darin befindlich anerkannt. Die Schwierigkeit, über welche das Kind diesmal nicht hinwegkam, kann ich mir nur dadurch erklären, dass ihm das Eigenartige, Neue in dem Eindruck der gleichzeitigen Töne vorschwebte, welches man ja in der Tat nicht durch Singen nachbilden kann, da es integrirend an die Gleichzeitigkeit geknüpft ist.

Ich versuchte diesmal auch Dreiklänge. Unter je 10 Fällen wurde der Durdreiklang 5mal für 2, 5mal für 3 Töne erklärt, Moll abwechselnd für 2, 3 und 4; ebenso der dissonante Zusammenklang $c^1 d^1 f^1$ (oder auch $c^1 es^1 f^1$; auch die absolute Tonhöhe wechselte, wie immer, innerhalb der mittleren Octave). Der verminderte Dreiklang ($c^1 es^1 ges^1$) wurde einmal auch für 5 Töne gehalten. Folgende Tabelle gibt die Übersicht und die daraus resultirende Summe der angeblich gehörten Töne:

Dur	Moll	*c d f*	vermindert	
5 . 2	3 . 2	4 . 2	—	
5 . 3	4 . 3	2 . 3	6 . 3	
—	3 . 4	4 . 4	3 . 4	
—	—	—	1 . 5	
25	30	30	35	(anstatt je 30).

Doch tritt bei Berücksichtigung nachträglicher Selbstcorrecturen eine kleine Verschiebung des Moll gegen Dur hin ein und werden die Summen = 25, 29, 31, 35; ferner, wenn ich die letzte Versuchscolumne wegen sichtlicher Ermüdung streiche, = 22, 27, 29, 32. Die Zahlen sind nicht gross genug, um Schlüsse oder Erklärungen darauf zu bauen; doch tritt der Vorrang d. h. die grössere scheinbare Einheitlichkeit des Dur- und der Gegensatz des verminderten Dreiklangs dazu überall stark hervor. Dur verhielt sich analog der Octave, der verminderte Dreiklang analog den dissonanten Intervallen.

Zuletzt untersuchte ich Rudolf ein Jahr später, mit 8³/₄ Jahren. Der Clavierunterricht war bald nach den ersten Anfängen aus verschiedenen Gründen unterbrochen und erst seit zwei Wochen wieder aufgenommen worden. Es hatte überhaupt so gut wie keine musikalische Übung in der Zwischenzeit stattgefunden. Ich erhielt in vier Versuchsreihen zu je vier Fällen für jedes Intervall, also bei je 32 Tönen, folgende Summenwerte:

Octave	Quinte	Gr. Terz	Tritonus	Gr. Secunde
26	33	34	43	51

Also fast dieselben Zahlen wie vor einem Jahre; nur für die Terz eine bedeutend geringere. Terzen wurden jetzt ebenso wie Quinten fast regelmässig (in der letzten Reihe, die nur durch eine kurze Pause von der vorigen geschieden war, ausnahmslos) richtig als 2 Töne erkannt. Die Töne consonanter Intervalle wurden jetzt auch meist richtig nachgesungen (der höhere zuerst), mindestens aber einer derselben (statt des tieferen zuweilen ein dazwischen liegender harmonischer Ton, die Dominante bei der Octave, die Mediante bei der Quinte). Moll- und Durdreiklang wurden richtig als 3 Töne bestimmt. Auch waren die Schwankungen bei einem und demselben Intervall geringer und wurde niemals mehr auf 5 Töne geraten.

b) Ein anderer Knabe, Hans G., war mir besonders von Interesse als ein von frühester Zeit an auffallend musikalisches Kind, während der Vater (o. 3.) unmusikalisch und die Mutter nicht eben mit Betonung musikalisch zu nennen ist. Eine Urgrossmutter soll sehr musikalisch gewesen sein. Hans konnte, wie ich mich über-

zeugt habe, bereits im zweiten Lebensjahre, mit etwa $1^1/_4$ Jahren Melodien nachsingen, suchte später am Clavier Octaven und Terzen, und freute sich, längere Parallelen mit jedem dieser Intervalle auszuführen. Als ich ihn im Alter von 5 Jahren und wenigen Wochen für obige Zwecke einer Prüfung unterzog, sang er selbstverständlich isolirte Töne jedesmal richtig nach, konnte aber auch, was viele angeblich Musikalische unter den Erwachsenen nicht vermögen, die zweite Stimme zu bekannten Melodien in musikalisch fast correcter Weise singen, indem er zumeist Terzen der betreffenden Tonart anwandte, bei Schlusswendungen hingegen, wenn die Melodie sich zur Tonica senkte, durch die Dominante zur Mediante herabstieg, oder auch auf der Dominante blieb. Über die geringere Annehmlichkeit des Moll- gegenüber dem Durdreiklang war er keinen Augenblick im Zweifel, einerlei welcher von beiden zuerst angegeben wurde. Der grosse Septimenaccord wie der kleine schienen ihm weniger schön als Dur, aber schöner als Moll; was zwar gegen die Vorschrift, aber nicht ohne Analogien bei Solchen ist, die der höheren Musikbildung entbehren.

Von Zahlen hatte das Kind noch keine ganz genaue Vorstellung, doch wusste es auf die Frage, welche von zwei genannten unter den sechs ersten Zahlen die grössere, befriedigend zu antworten, ebenso auch vorgehaltene Finger bis zu fünf richtig zu zählen. Doch handelt es sich in unsrem Falle ja sicherlich nicht um ein wirkliches Zählen und sind die angegebenen Zahlen nur im Allgemeinen als Ausdrücke einer höheren oder geringeren Mengenschätzung anzusehen. Die Töne der Intervalle gehörten alle der eingestrichenen Octave oder ihrer unmittelbaren Nachbarschaft an. Die zwei Reihen, durch $2^1/_2$ Monate getrennt, gaben bei je acht Versuchen für jedes Intervall die Summenwerte:

	Octave	Quinte	Gr. Terz	Tritonus	Gr. Secunde	anstatt
I. Reihe	8	19	19	30	42	je 16
II. Reihe	8	18	21	18	19	je 16
	16	37	40	48	61	je 32

Innerhalb der einzelnen Intervalle finden sich verhältnismässig wenige Schwankungen in den Zahlen. Die Octave ist unfehlbar

als 1 Ton bezeichnet, die Quinte 2mal (I. Reihe) als 1, 8mal (hauptsächlich gegen Ende von II.) als 2, 5mal als 3, 1mal (I.) als 4. Die grosse Terz bald als 3 bald als 2. Der Tritonus 2mal als 6 (I.), 2mal als 4 (I.), sonst als 3 oder 2. Die Secunde 5mal als 6 (I.), 3mal als 4 (I.), sonst als 3 oder 2.

Die Ähnlichkeit dieser Ergebnisse mit den unter a) beschriebenen ist nicht zu verkennen. Dass die Summenwerte von den wahren Werten mehr abweichen als bei dem fast Achtjährigen, ist natürlich. Doch gilt auch dies nur von der I. Reihe, während in der II. alle Intervalle ausser der Octave annähernd richtig beurteilt werden, was namentlich den beiden Dissonanzen zu Gute kommt.
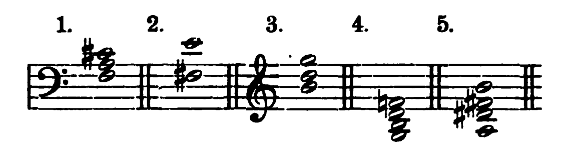
Bei II. wurde der Knabe auch zum Nachsingen der Töne veranlasst, und sang dann entweder einen oder zwei, niemals mehr, obgleich er auf den Widerspruch mit seinen Zahlenangaben aufmerksam gemacht wurde. Er konnte sich eben auf musikalischem Wege besser über das Gehörte Rechenschaft geben als auf begrifflichem und sprachlichem. Das Ohr liess sich in seinen Befehlen an den Kehlkopf nicht durch den Zahleneindruck irre machen. Vielmehr trug dieses Verfahren in II. offenbar zur Verbesserung des Zahlenurteils selbst bei, sodass gegen Ende der Reihe fast nur richtige Urteile („2 Töne") abgegeben wurden.

Die Töne, welche Hans so angab, waren allemal wirklich in dem Intervall enthalten. Einen Ton allein sang er in den meisten Fällen der Octave, und zwar bald den höheren bald den tieferen, ohne bestimmte Regel. Doch sang er mehrmals auch bei der Octave im Widerspruch mit der hier stets gleichbleibenden Zahlenangabe beide Töne, den höheren zuerst. Bei den übrigen Intervallen sang er immer beide, und zwar ebenfalls durchweg den höheren zuerst. Bei der Secunde suchte er die Schwebungen ähnlich wie Rudolf auf irgend eine Weise nachzuahmen; z. B. sang er die beiden Töne mehrmals miteinander abwechselnd, oder er sang hauptsächlich einen, diesen aber eigentümlich kollernd oder tremolirend, oder er gab der Stimme einen ordentlichen Stoss und schüttelte sich zugleich mit dem Körper. Einmal als zwei tiefere Töne ($b\ c^1$) gegeben waren, brummte er nachträglich Etwas sozusagen

in den Bart. Auch beim Tritonus gab er einmal dem tieferen Ton einen komischen Accent: ♪ ♩ ♪ ♩

Ich legte zuletzt 4 Dur- und 4 Molldreiklänge (1. Lage) mit derselben Fragestellung vor. Sie wurden immer für zwei Töne erklärt und auch beim Nachsingen nur zwei gesungen. Der ausfallende Ton war fast immer die Mediante. (Vgl. 3. und 4.)

c) Elisabeth W., ein $8^1/_4$ jähriges Mädchen von ausserordentlichen Gehörsgaben, welches die Fähigkeit besitzt, isolirte Claviertöne nach ihrer absoluten Höhe zu benennen (s. die Nachträge zu Bd. I am Schlusse des gegenwärtigen Bandes), ersuchte ich, die in folgenden Zusammenklängen enthaltenen Töne anzugeben.



Bei 1 sagte sie: *f*, *b*, *es*. Bei 2: *gis*, *f*. Bei 3: *g*, *h*, *d*. Bei 4: *f*, *d*, *h*. Auf die Frage nach dem vierten Ton antwortete sie, es seien nur drei. Als sie aber veranlasst wurde, die Töne des Accords zu singen, kam sie auch auf den vierten, *g*. Bei 5 vermochte sie die Töne nicht zu nennen; während sie, als der tiefste und der höchste isolirt angeschlagen wurden, sie sofort als *a* und *h* erkannte. Es mag hier die allgemeine Schwierigkeit der Analyse noch durch Ermüdung verstärkt worden sein, da die Versuche gegen Ende einer langen Versuchsreihe stattfanden. Im Übrigen ist aus den Beispielen ersichtlich, wie die Töne der gebräuchlicheren Accorde (3 und 4) sicherer erkannt wurden. Die Anzahl der Töne ist aber auch bei 1 und 2 richtig erkannt, und die Fehler bezüglich der absoluten Höhe sind nicht gross. (Ich verlangte nicht die Octavenbezeichnung, eingestrichen u. s. f., sondern nur die Buchstabenbezeichnung).

d) Endlich habe ich noch fünf Knaben zwischen 5 und 11 Jahren (darunter meinen eben fünfjährigen Sohn Felix) einzeln geprüft, welche fast alle bisher spontan nicht das geringste Zeichen musikalischer Anlage gegeben hatten und auch von musikalischer Cultur

unbeleckt geblieben waren. Nur der $7^1/_2$ jährige Herbert C. schien nicht ohne musikalisches Talent und hatte mit meinem Sohne Rudolf zusammen einige Clavierlectionen genossen, wobei er raschere Fortschritte machte als dieser. Doch ergab die Frage, welcher von zwei Tönen der höhere, für kleine Secunden mittlerer Lage unter 20 Fällen 10 falsche Urteile (bei Rudolf ausschliesslich richtige). Auch die übrigen vier Kinder begannen erst bei kleinen Terzen in dieser Hinsicht sicher zu werden. Einen einzelnen Ton nachzusingen waren sie alle im Stande.

In solchen Fällen muss man nun bei der Prüfung der Analysirungsfähigkeit dem Kinde zuerst am Clavier den Sinn der Frage begreiflich machen, da es nie auf den Unterschied des Ein- und Mehrklanges gemerkt hat. Felix erging sich, ehe dies geschah, in hyperbolischen Behauptungen, indem er Zahlen wie 15, 18 nannte. Nachher ermässigte er sie und hielt sich zwischen 5 und 1, wie die Übrigen. Die Zahlen jener ersten Versuche sind natürlich bei Seite gelassen. Ebenso eine Reihe, bei welcher das Kind allem Anschein nach zerstreut war. Ich lernte hiebei, dass die beste Tageszeit in solchen Fällen der frühe Vormittag ist. Ferner empfiehlt sich, eine Versuchsreihe bei Kindern nicht über 20 Fälle (hier also 4 für jedes der 5 Intervalle) auszudehnen, wie ich dies sowol hier als auch schon bei den Versuchen mit Rudolf und Hans gehalten habe.

Die Ergebnisse an den einzelnen Kindern waren hier nicht überall so klar wie bei diesen beiden. Dennoch stellt sich, Alles zusammengenommen, wieder dieselbe Ordnung der Intervalle und sogar ähnliche Verhältnisse unter den Zahlen heraus. Es ergaben sich bei je 40 Versuchen mit jedem Intervall, also statt eines jeweiligen Summenwertes 80 die Werte:

Octave	Quinte	Gr. Terz	Tritonus	Gr. Secunde
76	84	99	103	117

Felix allein, welcher die Hälfte der Fälle lieferte, ergab die Werte 35, 44, 47, 52, 61 (in derselben Folge der Intervalle) statt je 40. Diese Regelmässigkeiten sind immerhin auffallend genug.

Beobachtungen von der Art, wie sie hier an verschiedenen Individuen in verschiedenen Lebensaltern angestellt sind, um die Haupttypen des Auffassungsvermögens gegenüber Zusammenklängen zu erforschen, wären nun noch zu ergänzen durch eine Darstellung der fortschreitenden Gehörsentwickelung und speciell der Änderungen in der Auffassung der Zusammenklänge von Seite eines einzelnen musikalisch begabten und daher entwickelungsfähigen Individuums von den ersten Anfängen bis zur höchsten ihm erreichbaren Stufe. Sei dies also psychologischen Vätern musikalischer Kinder empfohlen.

Prüfungen von Kindern nach demselben Fragenregister, wie ich es hier und bei den unmusikalischen Erwachsenen o. 157 anwandte, haben übrigens auch eine recht praktische Seite. Sie bieten einen viel einfacheren und kürzeren Weg, um die Frage nach der musikalischen Begabung eines Kindes zu entscheiden, als das übliche Verfahren, das Kind jahrelang im Clavierspiel unterrichten zu lassen und dann das positive oder negative Endergebnis zu beobachten. Ich will die Möglichkeit nicht in Abrede stellen, dass ein Individuum, welches mit 8 Jahren ungewöhnlich mangelhafte Gehörsurteile liefert, später nicht blos ein besseres, sondern ein gutes Gehör erlangen und in die Reihe der entschieden Musikalischen übergehen könne. Aber eine derartige Umwandlung, wenn sie vorkommt, ist sicherlich eine Seltenheit, und jedenfalls geben Versuche wie die obigen auf jedem Stadium des Weges in einer Viertelstunde die deutlichsten Aufschlüsse über den augenblicklichen Stand.

Aber nicht blos als Mittel der Prüfung, sondern auch als Hebel der musikalischen Bildung selbst halte ich solche Versuche (unter entsprechenden Modificationen in der Anstellungsweise) für wichtig, indem sie die vorherrschende Fingererziehung unsrer clavierspielenden Jugend durch Gehörserziehung ergänzen können. In dieser Hinsicht muss dann aber auch das obige Fragenregister noch durch Fragen über Intervalle (Benennung derselben u. s. f.) erweitert werden.

§ 25. Qualitätsurteile über einen zusammengesetzten Klang und seine Teile.

Bisher beschäftigte uns hinsichtlich gleichzeitiger Töne fast nur das Problem der Analyse. Urteile anderer Art kamen wesentlich nur insofern in Betracht als sie die vollzogene Analyse bestätigen. Jetzt fassen wir die Urteile in's Auge, welche die Qualität oder Höhe einer gleichzeitigen Tonmehrheit betreffen, sei sie eine analysirte oder nicht. Bei aufeinanderfolgenden Tönen bildeten ja solche Urteile über Höhe und Höhenverhältnisse sogar den Hauptgegenstand der Untersuchung. Nach diesen kommen, wie bei aufeinanderfolgenden Tönen, Intensitätsurteile zur Besprechung.

Bezüglich der Qualität eines zusammengesetzten Klanges fragt es sich beispielsweise, welche Höhe er uns zu besitzen scheint, wenn er nicht analysirt wird. Ferner ob nicht auch einem analysirten Klange als Ganzem eine gewisse Höhe in der Auffassung zugeschrieben wird, obgleich jeder einfache darin enthaltene Ton seine eigene Höhe besitzt. Ferner, wenn wir die Höhe der Teile selbst beurteilen sollen, fragt es sich, ob uns die Höhe eines objectiv gleichbleibenden Tones durch das Mitklingen eines anderen verändert erscheint. Sodann sind Distanzurteile heranzuziehen: ob z. B. die qualitative Distanz gleichzeitiger Töne grösser oder kleiner erscheint gegenüber der Distanz derselben objectiven Töne, wenn sie aufeinanderfolgen.

I. Urteile über analysirte Klänge.

1. Höhe des Ganzen.

Seite 64 f. wurde hervorgehoben, dass gleichzeitige Töne, wenn sie als Mehrheit erkannt werden, uns doch nicht als eine blosse Summe, sondern als ein Ganzes von Tönen erscheinen. Hiemit hängt es nun zusammen, dass auch eine Neigung besteht, diesem Ganzen als solchem eine Tonhöhe zuzuschreiben, während doch genau genommen nur von einer Höhe jedes einzelnen einfachen Tones gesprochen werden kann. Wir sagen

nicht blos, dass ein Zusammenklang in der hohen oder tiefen Region liege, in dem Sinne, dass jeder Teil desselben dieser Region angehört, sondern wir schreiben auch innerhalb dieses durch einen analysirten Zusammenklang umschriebenen engeren Bezirkes demselben als Ganzem in gewissen Fällen die Höhe eines seiner Teile zu. Dergleichen Inconsequenzen — Zugleichbestehen einer richtigen und einer falschen Auffassung oder auch zweier einander widersprechender falschen Auffassungen einer und derselben Erscheinung — finden sich auch sonst in unsren Sinneswahrnehmungen gelegentlich [1]) und verdienen genauere Betrachtung.

a) In einem ruhenden Zusammenklang scheint das Ganze die Höhe des tiefsten Tones zu haben, auch wenn dieser nicht zugleich der stärkste ist.

Nehmen wir zuerst Verbindungen zweier Töne.

Hier ist diese Neigung am auffallendsten bei der Octave. Wenn man die Gabeln c und c^1 an beide Ohren verteilt, wobei sie leicht analysirt werden, und nun plötzlich die tiefere entfernt, so springt der Klang in die Octave über. Entfernen wir dagegen die höhere, so bleibt die scheinbare Tonhöhe des Ganzen bestehen. Ebenso bei anderen Tonquellen, wie Zungen- oder Flötenpfeifen, und ohne Verteilung an beide Ohren. Doch scheint mir der Versuch in obiger Weise am schlagendsten.

Es entsteht, um mich bildlich auszudrücken, beim Wegfall des tieferen Tones ein ähnlicher Eindruck als wenn man in ein höheres Stockwerk versetzt würde, während man beim Wegfall des höheren auf dem alten Standpunct verharrt.

Weniger bildlich werden wir sagen, dass ein Zweiklang als Ganzes die scheinbare Höhe (Qualität) des tieferen wahrgenommenen Teiles besitzt, auch wenn der höhere Ton zugleich bestimmt in seiner eigenen Höhe wahrgenommen wird.

---

[1]) Fleischl drückt dies so aus: „dass die Grundsätze der Logik nur Geltung haben für die Gedanken und Vorstellungen aber nicht für die unmittelbaren Empfindungen“ (ich würde sagen Wahrnehmungen). Wiener Ak. Sitz.-Ber. Bd. 86 III (1882), S. 25. Vgl. S. Exner, Biolog. Centralbl. VIII 442.

Man kann sich überzeugen, dass nicht etwa die grössere Intensität des tieferen Tons die Schuld trägt. Man kann z. B. eine *C*- und eine *c*-Gabel anschlagen und ihre relative Entfernung von den Ohren verändern, wodurch jedes beliebige Stärkeverhältnis erzeugt wird; oder sie in Stativen befestigen, mit dem Bogen anstreichen, den Kopf dazwischen halten und nun das rechte oder linke Stativ beliebig verschieben. Immer wird *C* als eigentlicher Träger der Tonhöhe, *c* nur als eine Art von Modification aufgefasst, solange *C* überhaupt unterscheidbar ist. Ebenso wenn man bei der S. 356 beschriebenen Versuchsanordnung für *c* und c^1 die tiefere Gabel aus der Ferne allmälig näher bringt: von demselben Moment an, wo *c* überhaupt in der Wahrnehmung auftaucht, ist es auch schon Träger der Tonhöhe.

Der Versuch kann auch so verändert werden. Man vergleiche die Verbindung *Cc* (Gabeln) mit dem einzelnen *c*, dann die Verbindung cc^1 ebenfalls mit *c*. Welcher Unterschied ist grösser? Man wird antworten: der erstere[1]). Hier liegt ein Distanzurteil eigener Art vor, ein Urteil über den qualitativen Abstand der scheinbaren Höhe des Ganzen von der Höhe eines Teiles. Es geht auch aus diesem Urteil hervor, dass die Beifügung der tieferen Octave als eine viel wesentlichere Änderung aufgefasst wird als die der höheren.

Nehmen wir nun statt der Octave ein anderes Intervall, so tritt der Erfolg ebenfalls ein, aber, wie mir scheint, in um so geringerem Grade, je geringer die Verschmelzung ist. Doch ist er bei der Quinte noch auffallend genug.

Die Erweiterung des Höhenabstandes dagegen vermehrt den Eindruck. Er entsteht bei *Cg* in stärkerem Masse als bei *CG* u. s. f.

Man kann das Gesagte auch an den Differenztönen gegenüber den Obertönen bestätigt finden. Es ist in der genannten Hinsicht ein grosser Unterschied zwischen diesen beiden Classen

[1]) Ich habe die Frage auch einem Unmusikalischen, dem Naturforscher Prof. G. (o. 365) vorgelegt, der die Gabeln bei Verteilung an beide Ohren deutlich auseinanderhalten konnte. Er gab sofort die obige Antwort.

von Beitönen. Wenn ein Differenzton in der Wahrnehmung auftritt, macht er sich sogleich als Grundlage und Träger des Ganzen geltend. Es ist uns nachträglich, als hätten die Primärtöne bis dahin in der Luft geschwebt und nun erst ihre feste Unterlage gewonnen; obgleich wir vorher diesen Eindruck nicht hatten, eine Unterlage nicht vermissten. Anders bei den Obertönen. Ein wahrgenommener Oberton erscheint uns eben als ein hoher Beiton, ohne irgendwie die Auffassung des Ganzen als solchen zu verändern.

Für den allgemeinen Zug der Auffassung, der sich in allen diesen Fällen offenbart, gibt es, soviel ich sehe, nur einen psychologischen Erklärungsgrund. Das heisst, die Auffassungsweise wurzelt nicht direct in den Eigentümlichkeiten der Tonqualitäten als solcher, sondern in anderen, wie innig auch immer damit verknüpften, Momenten, von welchen sie auf die Tonqualitäten übertragen wird. Und zwar müssen wir auf die räumlichen Eigenschaften der Töne zurückgreifen, sowol die immanenten als die associirten. Beiden zufolge erscheinen uns gewisse Qualitäten als räumlich breitere und tiefere gegenüber anderen; woher ja eben die räumlichen Ausdrücke stammen, mit denen wir die qualitativen Unterschiede selbst benennen. In Folge davon erscheinen uns diese Qualitäten auch im Zusammenklange mit den anderen als das tragende Fundament (Basso), die „höheren" dagegen als Aufsatz, Überbau.

Es tritt hiemit ein Standpunct in der Tonauffassung hervor (vgl. I 131, 149); eine Tatsache, die uns im eigentlich musikalischen Gebiet noch viel beschäftigen wird, da sie für die entwickelte musikalische Tonauffassung ganz unentbehrlich ist.

Man könnte es bedenklich finden, dass diese Grunderscheinung unsrer musikalischen Auffassung nicht in den Tonqualitäten selbst wurzeln soll. Aber die räumlichen Praedicate der Töne sind, wie eben darum bereits I 223 u. ausdrücklich hervorgehoben wurde, durch die engsten und vielfältigsten Bande mit den qualitativen verknüpft und wurzeln in wirklichen, dort 202 f. auseinandergesetzten, Eigentümlichkeiten der Töne. Zu diesen müssen wir aber nunmehr nach II 56 als wichtigste ein

vorher nur hypothetisch erwähntes räumliches (raumähnliches) Moment rechnen, welches parallel mit der Reihe der Tonqualitäten abgestuft und den Tönen ganz ebenso wie die Intensität immanent ist. So gründet also obiger Zug der Auffassung, wenn nicht auf der Beschaffenheit der Tonqualitäten, doch auf derjenigen der Töne.

Es erklären sich auch die Modificationen der Erscheinung, die oben erwähnt wurden. Dass der Eindruck bei geringerer Verschmelzung der beiden Töne ein geringerer ist, liegt offenbar daran, dass, wenn die Töne ein weniger eng verknüpftes Ganzes bilden, auch der Eindruck einer selbständigen Tonhöhe des Ganzen weniger aufkommen kann. Dass er hingegen mit dem Höhenabstand der Töne wächst, kommt daher, dass mit den qualitativen zugleich die räumlichen Verschiedenheiten wachsen, welche den tieferen Ton als den tragenden erscheinen lassen.
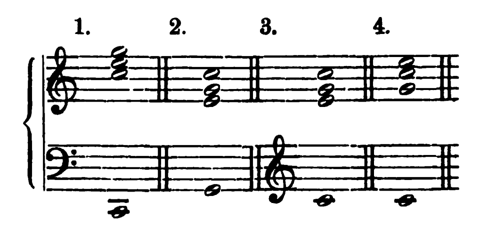
Mancher wird vielleicht Anfangs geneigt sein, in den Urteilserscheinungen bei den obigen einfachsten Versuchsumständen nur eine Nachwirkung von Gewohnheiten zu erblicken, die sich in der musikalischen Erziehung ausbilden und mit dieser in der historischen Entwickelung unsres Musiksystems gründen. Aber Dem widerspricht, dass sich die gleiche Auffassung mit gleicher Kraft auch dem Unmusikalischen aufdrängt. Auch ist mit der Berufung auf individuelle und historische Entwickelung im Allgemeinen Nichts gesagt, man muss die treibenden Factoren aufsuchen. Und wer über die Ursache nachdenkt, die in unserem Musiksystem dahin drängte, den Hauptton einer Leiter, eines Accords in der Tiefe zu suchen („Grundton“), der wird schliesslich auf keine anderen letzten Erklärungsgründe stossen, als auf den genannten. Er ist die gemeinsame Ursache der Auffassungsweise, welche in unsren obigen Versuchen dem Ganzen die scheinbare Höhe des tieferen Tons erteilt und welche in der Musik den Begriff des Grundtons schafft.

Diese beiden Folgeerscheinungen selbst sind nicht miteinander zu verwechseln. Die erste ist eine Täuschung; die zweite würde ich nach dem eben Bemerkten nicht als solche bezeichnen.

Musikalische Gewohnheiten können allerdings auch in unseren Versuchen die Erscheinung compliciren, insofern in vielen Fällen unter den reell vorhandenen tieferen Ton ein dritter noch tieferer als „Grundton“ hinzugedacht wird. So pflegen wir zur kleinen Terz *eg*, wenn sie ausser dem Zusammenhang gehört wird, in Gedanken *c* zu ergänzen, d. h. jene Terz als obere Abteilung eines Durdreiklanges aufzufassen. Ähnlich wird zur Sexte $g e^1$ oder $g es^1$ als Grundton *c* ergänzt.

Dass nun hier überhaupt irgend ein 𝔈 ergänzt und nicht *es* (*e*) oder *g* selbst als Grundton (Tonica) aufgefasst wird, ist eine Sache für sich, die uns hier nicht angeht. Dass wir aber, wenn denn irgend ein 𝔈 ergänzt werden soll, in den genannten Fällen nicht das eben so nahe oder näher liegende c^1 sondern *c* ergänzen: dieser Teil der Erscheinung weist wieder auf die obigen Erklärungsgründe. Bei ganz Unmusikalischen fallen die Zutaten weg: es wird nicht irgend ein dritter noch tieferer Ton, sondern der tiefere der beiden wirklich vorhandenen auch in diesen Beispielen als Träger der Tonhöhe aufgefasst (soweit solche Personen der Analyse und damit der Beantwortung unsrer Frage fähig sind). Auch bei Musikalischen aber ist Dasselbe der Fall, wenn die beiden Töne des Intervalles der tiefen Region entnommen werden, z. B. bei *CA*, auch bei *Ca*. Hier ist man eben nicht gewohnt, F_1 als Grundton zu ergänzen, da ein solcher Accord $F_1 CA$ in dieser Tiefe ungebräuchlich ist, und schon der Versuch, F_1 neben den wirklich gehörten Tönen in der Phantasie vorzustellen, auf Schwierigkeiten stösst.

Wir untersuchten bisher Zusammenklänge von zwei Tönen. Gehen wir nun zu solchen von mehr als zwei (reellen) Tönen, so zeigt sich auch hier derselbe Zug der Auffassung; z. B. bei 1.



Man lasse, nachdem dieser Accord angeschlagen ist, die drei oberen Töne wegfallen, während *C* fortklingt. Dann schlage man wieder das Ganze an und lasse *C* wegfallen, während der obere Dreiklang fortklingt. Die Veränderung wird im zweiten Fall als eine wesentlichere aufgefasst, obschon weniger Töne wegfallen. Man wird vielleicht wieder sagen: *C* ist eben „Grundton". Aber auch bei 2 findet Dasselbe statt, und hier ist *G* nicht „Grundton" im musikalischen Sinne. Man wird nun sagen: Der unterste Ton ist eben Basston, und dieser ist für die musikalische Auffassung des Accords („erste, zweite, dritte Lage") massgebend, daher sein Wegfall als wesentlichere Änderung bemerkt wird. Ganz richtig. Nur fragt sich's wieder, warum gerade der unterste Ton als massgebend angesehen wird.

Bei 3 und 4 ist Dasselbe zu beobachten. Man kann auch nur den Wegfall des obersten mit dem Wegfall des tiefsten Tones vergleichen. Im ersten Fall scheint uns weiter Nichts zu geschehen, als dass dem Bau die Spitze genommen wird, im zweiten wird er auf eine andere Basis gestellt.

Zu beachten ist auch bei den Mehrklängen, dass von Musikalischen in vielen Fällen unter die reell vorhandenen (bez. übrigbleibenden) Töne ein tieferer hinzugedacht oder postulirt wird. So wird zu dem oberen Dreiklang in 3 und 4 das untenstehende c^1 hinzu ergänzt, mag es vorher reell mitangegeben sein oder nicht. Die reell vorhandene Basis e^2 bez. g^2 wird von dem musikalischen Denken (seit einigen Jahrhunderten) nur als eine provisorische, stellvertretende anerkannt und die wahre, definitive dazu postulirt. Warum nun gerade ein 𝔈 ergänzt werden muss, ist wieder eine Sache für sich. Aber dass das nächsttiefere postulirt wird, obgleich doch diesmal ein 𝔈, nämlich c^2, schon im Dreiklang reell vorhanden ist: dies beruht wieder auf dem besprochenen Erklärungsgrund.

Wir sehen hier davon ab, dass einige Theoretiker neuerer Zeit nur für den Durdreiklang den tiefsten Ton als Hauptton gelten lassen, für den Molldreiklang dagegen den höchsten, die bisher sogenannte Dominante. Die Besprechung dieser, nach meiner Meinung

dem musikalischen Bewusstsein nicht entsprechenden Behauptung müssen wir uns für den folgenden Abschnitt aufsparen.

Die einfachen akustischen Erscheinungen, von denen wir ausgingen, sind meines Wissens nicht früher beschrieben und zu den musikalischen in Beziehung gesetzt worden. Nur bei ARISTOTELES bez. dem Verfasser der musikalischen Probleme finden sich Bemerkungen, welche wahrscheinlich in diesem Sinne zu deuten sind. Eines der verlorenen Probleme war betitelt: *Διὰ τί τῶν συμφώνων ὁμοῦ κρονομένων τοῦ βαρυτέρου γίνεται τὸ μέλος*[1]). Ich verstehe diese Frage so: „Warum entsteht, wenn consonante Töne zugleich angegeben werden, die Tonhöhe des tieferen?“ Hienach würde also der Verfasser unsre Tatsache beobachtet haben, die ja bei consonanten Tönen besonders auffällt. Jedenfalls ist die in dem verlorenen Problem behandelte Frage dieselbe wie in einem der erhaltenen, wo sie aber weniger klar formulirt ist. Dieses lautet (Probl. Sect. XIX, 12, p. 918, a, 37): *Διὰ τί τῶν χορδῶν ἡ βαρυτέρα ἀεὶ τὸ μέλος λαμβάνει; ἂν γὰρ δέηται ᾆσαι τὴν παραμέσην σὺν ψιλῇ τῇ μέσῃ, γίνεται τὸ μέσον οὐθὲν ἧττον· ἐὰν δὲ τὴν μέσην δέον ἄμφω, ψιλὰ οὐ γίνεται. ἢ ὅτι τὸ βαρὺ μέγα ἐστίν, ὥστε κρατερόν; καὶ ἔνεστιν ἐν τῷ μεγάλῳ τὸ μικρόν· καὶ τῇ διαλήψει δύο νῆται ἐν τῇ ὑπάτῃ γίνονται.*

„Hoc problema mihi quidem obscurius esse fateor“ sagt BOJESEN und fügt bei, dass er auch in THEODORUS GAZA's Übersetzung keine Hilfe gefunden, kommt aber selbst schon auf die richtige Fährte. Vielleicht sei die Rede davon, warum bei consonanten gleichzeitigen Tönen der tiefere „quasi fundamenti loco ponatur“, weshalb denn auch im folgenden Problem gefragt werde, warum bei der Octave der tiefere Ton *ἀντίφωνος* des höheren sei und nicht auch umgekehrt.

Ich möchte folgende Übersetzung und Erklärung versuchen: „Warum nimmt (bestimmt) unter den Saiten die tiefere immer die (scheinbare) Klanghöhe?[2]) Wenn nämlich die Aufgabe gestellt ist,

---

[1]) BOJESEN, De Problematis Aristotelis Diss. Kopenh. 1836 p. 79.

[2]) *Μέλος* bedeutet nicht immer Melodie. So sagt ARISTOTELES in der Erläuterung seiner Definition der Tragoedie p. 1449, b, 29, die angenehme Rede habe Rhythmus, Harmonie und Melos. *ἁρμονία* bedeutet

die Paramese zur instrumentalen Mese zu singen[1]), so kommt nichtsdestoweniger die Mese zum Vorschein[2]). Wenn aber Beide (Stimme und Instrument) die Mese angeben sollen[3]), so hört man nicht etwa den instrumentalen Ton heraus[4]). Erfolgt die Bestimmung der Klanghöhe durch den tieferen Ton vielleicht, weil der tiefe zugleich gross, also mächtig ist? Auch ist das Kleine im Grossen

---

hier, wie auch sonst vielfach, Das, was wir Melodie nennen, oder allgemeiner einen musikalisch anmutenden Tonfall (Harmonie in unsrem Sinn käme ja bei der Rede keinesfalls in Betracht, wenn man auch den Begriff sonst den Alten zuerkennen wollte). Es bleibt hienach für *μέλος* hier nur übrig: musikalischer Klang, woltuende Klangfarbe. (So wenigstens liesse sich der überlieferte Text rechtfertigen. Freilich scheint es mir im Hinblick auf 1403, b, 27—32 zweifellos, dass *μέλος* hier fehlerhaft für *μέγεθος* steht; womit auch die Lesart *μέτρον*, durch welche nach Vettori's Vorgang Viele die Stelle zu heilen suchten, hinfällig wird. Ohnedies würden sich ja *ῥυθμός* und *μέτρον* gegenseitig ziemlich überflüssig machen.) Ferner vgl. über *μέλος* 420, b, 8, wo es auch nur Klanghöhe oder Klangfarbe oder beides zusammen bedeuten kann; sowie Teichmüller Aristot. Forsch. II 357 und Westphal's Ausg. des Aristoxenus S. 203, wo als allgemeinste Bedeutung des Wortes bezeichnet wird: „tonale Seite der Musik". Wollte man indessen in unsrem Falle „Melodie" darunter verstehen, so würde der Sinn gleichwol nicht wesentlich verändert: „Warum nimmt die tiefere Saite die Melodie an sich? d. h. Warum bildet sich die Melodie in unsrer Auffassung aus den jeweilig tieferen Teilen der Zusammenklänge?"

[1]) Wunderlich bleibt, dass der Verfasser zur Erläuterung des gestellten Problems auf das Zusammenwirken von Stimme und Instrument verweist, während im Problem von zwei Saiten die Rede war. Vielleicht muss es statt *χορδῶν κ. τ. λ.* heissen *φθόγγων ὁ βαρύτερος*. — Über *ψιλῇ* vgl. 1339, b, 20. — Die Paramese liegt einen Ton höher als die Mese. Hier ist also nicht blos von consonanten Tönen die Rede.

[2]) *μέσον* kann hier nicht gut etwas Anderes als die Mese bedeuten (cf. Probl. 8 *τὸ βαρύ*, nachdem vorher *ἡ βαρεῖα*). Man könnte allerdings daran denken, dass ein mittlerer Ton zwischen Mese und Paramese gemeint wäre. Doch scheint mir dann die Auslegung des Ganzen schwieriger.

[3]) Bojesen ergänzt *ᾆσαι* nach *ἄμφω* und vermutet Komma nach *μέσην*. Aber die Conjectur würde nur den Sinn alteriren.

[4]) Hiemit will der Verfasser zeigen, dass das Bestimmen der Klanghöhe, das Ansichnehmen des Melos, nicht etwa eine Eigentümlichkeit des Instrumentes als solchen gegenüber der Stimme ist, dass es nicht etwa auf grösserer Intensität oder Schärfe des Klanges beruht.

enthalten, und nach der Einteilung der Saiten ist der tiefste Ton das Doppelte seiner Octave."

Wir sehen, wie ARISTOTELES auch in der Untersuchung die Bahn betritt, die uns die richtige schien; wie er auf das quantitative Moment der Tonempfindungen hinweist. Nur die physikalisch-mathematischen Verhältnisse hätte er aus dem Spiel lassen müssen.

WESTPHAL deutet die Stelle dahin, dass in Instrumentalduetten das tiefere Instrument die Melodie geführt habe; wie überhaupt (nach PLUTARCH De Musica 18—20) bei den Alten die Melodie, auch die gesungene, tiefer gelegen habe als die instrumentale Begleitung[1]). Allein es scheint aus der ganzen Fassung dieses Problems wie aus der des oben erwähnten verlorenen deutlich hervorzugehen, dass von einer akustischen Eigentümlichkeit die Rede ist, die sich schon bei isolirten Zusammenklängen findet. Das Ansichnehmen des Melos durch den tieferen Ton kann nicht füglich als Zuteilung des Melos an die tiefere Stimme von Seiten des Componisten gedeutet werden. In dem erläuternden Beispiel ist ja auch vorausgesetzt, dass der Singende den höheren Ton angebe; während beim Gesang mit Instrumentalbegleitung nach WESTPHAL der Gesang tiefer liegen müsste. Von dieser Frage also, vom Höhenverhältnis zwischen melodieführender und begleitender Stimme scheint mir hier nicht, wenigstens nicht direct, die Rede zu sein.

Zur Vergleichung dienen auch noch andere Probleme, in denen derselbe oder ein ähnlicher Gedanke vorkommt: 7, 8, 13, 18.

Ich habe mir diese historische Abschweifung erlaubt, um an einem neuen Beispiele (vgl. I 224) zu zeigen, wie sehr sich diese Problemensammlung nach Art und Umfang der behandelten Fragen mit unsrem gegenwärtigen Unternehmen berührt. Sie steht demselben näher als irgend eine andere mir bekannte Schrift. Eine emendirte Ausgabe wäre freilich dringend zu wünschen; aber gerade die nunmehr durchgeführten oder angeregten sachlichen Untersuchungen dürften, wie auch sonst in der Wissenschaftsgeschichte, eine Reihe von schwierigen Interpretationsfragen erleichtern und überraschende Einblicke in die bereits von den Alten getane Arbeit gestatten.
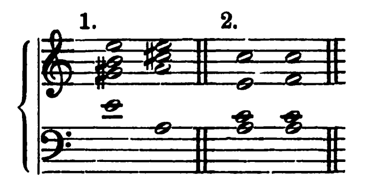
[1]) Die Musik des griechischen Altertums 1883, S. 64.

b) **Bei aufeinanderfolgenden Zusammenklängen macht das Ganze scheinbar die Bewegung der in den grössten Schritten bewegten Stimme mit.**

Unter einer „Stimme“ verstehen wir hier zunächst nur die durch homologe Teile der einzelnen Zusammenklänge gebildete Aufeinanderfolge von Tönen; also z. B. die jeweiligen höchsten oder zweithöchsten Töne. Dies ist nicht die Definition einer Stimme im musikalischen Sinne, für welche eine einheitliche Zusammenfassung aufeinanderfolgender Töne wesentlich ist, während die zusammengefassten keineswegs immer homolog sind. Aber wir untersuchen hier auch noch nicht die für das musikalische Stimmenhören massgebenden Bedingungen und Regeln; die hier zu besprechenden Erscheinungen sind wie die unter a) allgemein-akustische.

Es handelt sich hier wieder um eine Täuschung, die, den wirklichen Empfindungen ebenso wie dem objectiven Tatbestand gegenüber sinnlos, doch als charakteristisches psychologisches Vorkommnis verzeichnet werden muss. Sie tritt, wie alle solche Täuschungen, nicht immer mit gleicher Stärke ein und verschwindet bei ausdrücklichem Aufmerken auf den wahren Sachverhalt. Bei Zusammenklängen aus blos zwei Tönen tritt sie nicht leicht ein (ausser etwa für den Unmusikalischen), weil hier zu deutlich die Bewegung jeder Stimme für sich verfolgt wird.

Folgende hierhergehörige Beobachtungen erwähnt Mach [1]).



„Fixire ich in 1 oder 2 die Oberstimme, so scheint sich nur die Klangfarbe zu ändern. Beachtet man aber in 1 den Bass,

[1]) Beitr. z. Analyse d. Empfindungen 1886, S. 126. Früher schon in der „Einleitung in die Helmholtz'sche Musiktheorie“ 1867, S. 24. Mach lässt die gleichbleibenden Töne nicht neu anschlagen, was mir für die Entstehung der Täuschung wenigstens am Clavier weniger vorteil-

so scheint die ganze Klangmasse in die Tiefe zu fallen, dagegen zu steigen, wenn man in 2 den Schritt $e^1 — f^1$ beachtet . . . . Lebhaft erinnern diese Beobachtungen an den wechselnden Eindruck, den man erhält, wenn man in einem Ornament bald diesen bald jenen Punct fixirt".

Man könnte auch an die Verlegung eines fernen Objects in die Ebene eines näheren, auf welches accommodirt ist, erinnern; wodurch jenes zugleich die höchst frappante Verkleinerung erleidet. Zu bemerken ist aber, dass in unsrem Fall die Täuschung nur bei sehr concentrirter Aufmerksamkeit auf die bewegte Stimme eintritt, auch wol bei rasch vorübergehenden Eindrücken oder sonstigen Hindernissen einer vollkommen deutlichen Analyse. Nur dann kann es geschehen, dass den übrigen Teilen und dem Ganzen ein gewisser Schein der Mitbewegung zuwächst. Aber selbst dann ist die Täuschung für den Musiker wenigstens an Kraft bei weitem nicht mit jener räumlichen zu vergleichen.
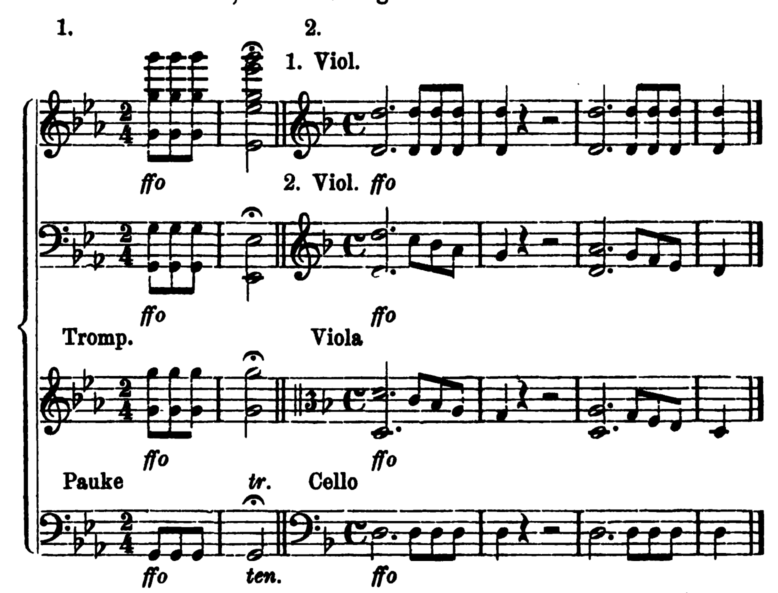
Dass sie jedoch in der erwähnten Beschränkung und unter den erwähnten Umständen auch in der praktischen Musik eine nicht unerhebliche Rolle spielt, mögen einige Beispiele zeigen.

In Beethoven's 5. Symphonie gibt beim Wiedereintritt des Thema's (Partitur Peters S. 10) das gesammte Orchester mit Ausnahme der 1. Flöte, 1. Oboe, der Trompeten und der Pauke das bekannte Terz-Motiv (*g - es*), die ebengenannten Instrumente aber geben nur das *g* in entsprechend verschiedenen Octaven. Dem musikalischen Ohr entgeht dies nicht. Gleichwol scheint das Ganze der Klangmasse als solches in der Terz herunterzustürzen. (Beispiel 1.) Ebenso S. 19.

Ein vorzügliches Beispiel (2.) bietet der Anfang von Schubert's *D-moll*-Quartett: Die ganze Klangmasse scheint herunterzusteigen, obschon die oberste und unterste Stimme liegen bleibt. Hier trägt wieder die Schnelligkeit der Bewegung zur Wirkung bei. Freilich

haft scheint, da dann die bewegte Stimme fast allein hervortritt, während die übrigen Töne schwächer werden, und so die Aufmerksamkeit zu sehr vom Ganzen als solchem abgelenkt wird. Am Harmonium empfiehlt sich vielleicht mehr Mach's Ausführungsweise.

ist die Täuschung lange nicht vollständig und diese Wirkung auch vom Componisten nicht ausschliesslich beabsichtigt; sonst hätte er eben alle Stimmen wirklich heruntersteigen lassen. Auch tritt jener Schein beim öfteren Hören und bei der Kenntnis der Partitur immer mehr zurück, ohne doch ganz zu verschwinden.



Ferner vgl. in SCHUBERT's Müllerliedern No. 17 die Begleitung zu „Horch, wenn im Wald ein Jagdhorn schallt“. Oder in MENDELSSOHN's Ouverture zum Sommernachtstraum die Schilderung des Elfentanzes (Pianissimo). Alles erscheint hier bewegt und doch verharrt zunächst die 2., dann die 1. Violine auf dem nämlichen Ton. Auch die Fortestellen der Bläser S. 18, 34, 44 der Partitur (Volksausg. BREITKOPF). Hier machen einige tiefere Stimmen die entgegengesetzte Bewegung zu den höheren, während andere auf ihrem Ton verharren. Die Doppelbewegung erhöht den Eindruck der Rührigkeit im Allgemeinen, aber das Ganze als solches scheint sich in der Richtung der höheren Stimmen zu bewegen, die die grösseren Schritte machen und ohnedies die Aufmerksamkeit vorzugsweise anziehen. Und so findet man Beispiele überallher, wenn man einmal aufmerksam geworden.

2. Höhe und Abstand der Klangteile.

a) Urteile über die Fragen: „Sind zwei Töne gleich oder nicht?“ und: „Welcher von zweien ist der höhere?“, welche bei aufeinanderfolgenden Tönen ausführliche Versuche und Erörterungen nötig machen, haben gegenüber gleichzeitigen nur in dem Falle einen Sinn, wenn dieselben verschiedenen Ohren angehören. Was sich in diesem Fall vorläufig über Urteile der ersteren Art (Schwellenfrage) beibringen liess, ist bereits o. 319 f. angeführt. Über Urteile der zweiten Art (ob der rechte oder linke gleichzeitige Ton der höhere) könnten analoge Versuche besonders an Unmusikalischen angestellt werden wie in § 14, 4. Wenn dort das Urteil solcher Individuen nicht einmal beim Tritonus in mittlerer Lage sich sicher zeigte, so würden bei gleichzeitigen Tönen vielleicht noch stärkere Misgriffe vorkommen. Ich habe jedoch ausser einigen schon o. 363 erwähnten keine Versuche hierüber gemacht.

Es kommt aber auch der Fall vor, dass zwei gleichzeitige verschiedene Töne, die Einem und demselben Ohr oder beide beiden Ohren angehören, als zwei und dennoch als gleich beurteilt werden. Das Gleichheitsurteil ist dann natürlich eine Täuschung, um nicht zu sagen eine Absurdität, da wir nicht gleichzeitig zwei gleichhohe Töne desselben Ohres hören können[1]. Wir werden diese Fälle, da es sich um eine scheinbare Accommodation des einen Tones an den anderen handelt, weiter unten bei b) besprechen.

b) Scheinbarer Einfluss eines Tones auf die Höhe eines anderen gleichzeitigen Tones.

Wenn ich *c* zuerst allein, dann mit *g* zusammen angebe: erleidet *c* irgend eine, wenn auch nur scheinbare, Veränderung seiner Höhe?

---

[1]) Nur insofern könnte man das Urteil vielleicht als nicht vollständig absurd verteidigen, als das Verhältnis der Mehrheit begrifflich nicht zusammenfällt mit dem der Verschiedenheit.

Auch Das kommt sogar vor, dass ein einziger Ton Eines Ohres als zwei Töne aufgefasst wird, wenn er nämlich doppelt (z. B. in zwei Instrumenten) localisirt wird.

Aus der gewöhnlichen musikalischen Erfahrung ist hierüber Nichts bekannt, oder vielmehr ist es bekannt, dass keine Veränderung stattfindet. Wenn eine Stimme anhebt einen Ton zu singen, darauf eine andere in der tieferen oder höheren Quinte einsetzt, so erleidet der bereits vorhandene Ton dadurch keine Verschiebung. Weder der erste noch der zweite Sänger muss seine Intonation mit Rücksicht auf den anderen irgend modificiren.

Wenn ich jedoch zum a^1 der vor das Ohr gehaltenen Stimmgabel eine bedeutend tiefere Claviertaste anschlage und wieder loslasse, so kann es den Anschein gewinnen, als ob der Gabelton um ein Geringes herunter- und dann wieder hinaufginge. Noch besser verwendet man zwei Gabeln. So habe ich es mit den Gabeln *A* und *e* (an beide Ohren verteilt, aber auch an demselben Ohr) beobachtet. *e* wird durch *A* scheinbar vertieft. Man ist versucht, dies aus der Schwächung des Tones *e* durch den hinzutretenden stärkeren zu erklären, wodurch sich das Urteil täuschen lasse. Aber wenn wir *A* constant tönen und *e* abwechselnd hinzu- und hinwegtreten lassen, so müsste dann auch *A* beim Hinzutreten des *e* tiefer zu werden scheinen. Es wird aber dann scheinbar um ein Geringes höher, und beim Hinwegfallen von *e* wieder tiefer.

Die scheinbare Veränderung findet also in der Richtung des hinzukommenden Tones statt. Ein hinzutretender beträchtlich tieferer Ton scheint den vorhandenen zu vertiefen, ein höherer ihn zu erhöhen. Es wird beim Hinzutritt des neuen Tones, der für einen Moment einen Teil der Aufmerksamkeit auf sich lenkt, gleichsam etwas von seiner Qualität auch auf den anderen übertragen.

Das Nämliche habe ich auch bei *A g* gefunden, obgleich hier fast nur in Hinsicht des *g*. Es war als ob der höhere Ton mehr diesen scheinbaren Einfluss erlitte. Ebenso trat die Täuschung noch bei *c g* ein.

In allen diesen Fällen ist natürlich zugleich eine scheinbare Verkleinerung bez. Vergrösserung der Distanz gegeben. Aber wie alle blossen Urteilstäuschungen tritt auch diese nur unter besonderen Umständen ein (z. B. in der Höhe nicht, weil

hier Veränderungen merklicher und somit auch die Constanz deutlicher ist), und sie verschwindet überhaupt, wenn man seine Aufmerksamkeit durch den neuen Ton nicht ablenken lässt sondern auf den alten concentrirt hält.

Wir sehen insoweit, dass von einem simultanen Contrast (ebenso wie von einem successiven) beim Ohr nicht die Rede ist. Die Beeinflussung gleichzeitiger Töne ist nur eine scheinbare, und nicht einmal als solche findet sie im Sinne des Contrastes statt, sonst müsste der hohe Ton den tiefen noch vertiefen, der tiefe den hohen noch erhöhen.

Nun aber kann man allerdings in gewissen Fällen auch versucht sein, einen, wenn auch nur scheinbaren, Contrast zu statuiren. So wenn man am Clavier zuerst etwa *d* allein, dann mit *G* zusammen angibt: *d* scheint dann leicht ein wenig in die Höhe zu gehen, ohne dass wir freilich angeben könnten, wieviel. Der Grund liegt wol darin, dass durch *G* der Oberton d^1 bedeutend verstärkt wird, sodass nun das Ganze heller klingt[1]). Daher zeigt sich die Erscheinung auch nur in der Bassregion, wo die Verstärkung der Obertöne in solchem Fall sich am Meisten geltend macht. Daher tritt sie auch bei Gabeln nicht ein, weil deren Teiltöne viel schwächer sind.

Die Veränderung ist also wiederum nur eine scheinbare. In der praktischen Musik fehlt davon jede Spur, weil zu viele Momente hier die Tonhöhe für das Urteil feststellen[2]).

---

[1]) Man könnte auch daran denken, dass durch das Hinzutreten von *G* der Ton *d* für unsre musikalische Auffassung seine Eigenschaft als „Grundton" verliert. Aber das ist zu weit hergeholt und würde ebenso für andere Intervalle zutreffen, wo sich die Erscheinung nicht findet. Auch der temperirten Stimmung möchte vielleicht Mancher die Schuld geben, indem man die Quinte rein zu fassen suche und so unwillkürlich *d* ein wenig höher denke. Aber auch dies wäre eine gezwungene Erklärung (man könnte ja eben so gut zu diesem Zwecke *G* tiefer denken) und würde erwarten lassen, dass bei der Quarte und grossen Terz das Umgekehrte stattfände, was ich nicht finden kann.

[2]) Vgl. I 258—9; und über das Nichtvorkommen eines wirklichen Empfindungscontrastes bei Tönen gegenüber entgegengesetzten Behauptungen auch I 20—1. Die Frage ist schon von Chevreul im Anschluss an seine Untersuchungen über Farbencontrast in gleichem negativen

Dagegen findet sich jene Täuschung, deren wir oben als einer nahezu absurden gedachten, in der Musik gar nicht selten. Wenn zwei Klänge nahe an einander (jedenfalls nicht über eine Quinte auseinander) liegen und der mittleren oder tiefen Region angehören, und wenn der eine von ihnen einen dumpfen, geräuschähnlichen Charakter hat und nur kurz dauert, so scheint dieser sich bei nicht sehr genauem Hinhören dem anderen in der Höhe zu accommodiren. Wir fassen sie als gleich hoch, obschon gerade die Verschiedenheit der Höhen es uns ermöglicht, sie als zwei Töne zu erkennen. Der länger andauernde, schärfere, reinere und gleichmässigere Klang bestimmt das Höhenurteil.

Es wird also hier nicht dem Ganzen eine Höhe neben seinen Teilen und jedem von diesen seine eigene Höhe zugeschrieben, wie unter 1., sondern es wird einem Teil die Höhe des anderen zugeschrieben.

Man kann am Clavier den Versuch machen, indem man eine grosse Flasche, welche (durch Eingiessen von Wasser) so gestimmt wird, dass ihr Ton zwischen zwei tiefe Claviertöne, etwa *B* und *H*, fällt, kurz anbläst und zugleich einen dieser Töne dazu auf dem Clavier angibt. Sie scheint mit beiden übereinzustimmen. Bei längerer Fortsetzung hört freilich die Täuschung auf.

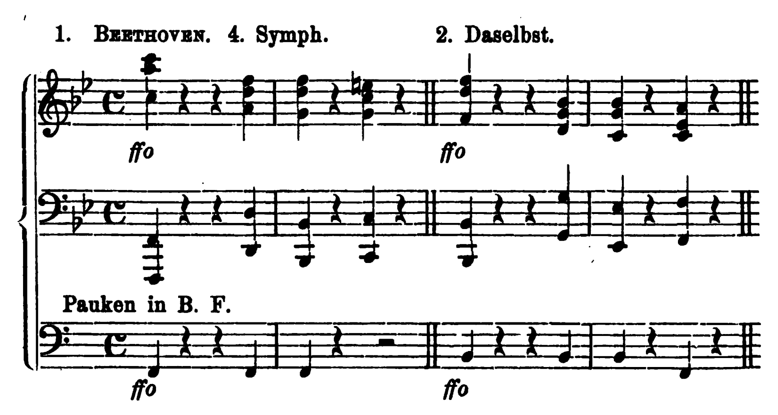
In der Musik tritt sie besonders auf bei den Schlaginstrumenten. Auch wenn ein solches abgestimmt ist, wie die Orchesterpauke, finden sich genug Stellen, wo man anfänglich glauben möchte, dass es mit dem gleichzeitigen starken Ton eines anderen Instruments übereinstimme. Beispiele liefert fast jedes Orchesterstück. Aber auch beim Pianissimo anderer Instrumente und unter anscheinend günstigen Bedingungen des

---

Sinne behandelt worden (De la Loi du Contraste simultané des Couleurs 1839, S. 689 f.). Was Mach als Beispiele von Toncontrasten in seinen „Beiträgen z. Analyse d. Empf." 130—1 anführt, betrifft nicht die Qualität der Tonempfindungen sondern ihre Gefühlswirkung; was auch Mach selbst nicht verkennt. Ein Ton wirkt anders, wenn ein hoher, als wenn ein tiefer vorausgegangen; aber er ist seiner Höhe nach genau derselbe.

Urteils kann Ähnliches eintreten; wie in der berühmten Stelle der 5. Symphonie BEETHOVEN's, welche zum Finale überleitet, wo die Streicher im äussersten Pianissimo auf As_1 (mit As) und c (mit c^1) liegen bleiben, während die Pauke leise mit unregelmässigem Puls c wiederholt. Ihr Ton scheint sich anfänglich fast mehr dem *As* anzupassen. Dieses fesselt eben vor Allem die Aufmerksamkeit, die Erwartung; es ist der eigentliche Mittelpunct und Träger der ungeheuren Spannung.

Ich möchte in Anbetracht dieser Accommodationsfähigkeit der Pauke fast bezweifeln, ob die classischen Componisten bei der Behandlung dieses Instruments nicht eine allzu gewissenhafte Rücksicht auf das wirkliche Zusammenstimmen desselben mit den anderen Instrumenten genommen haben. An vielen kräftigen Stellen, wo die Pauke in rüstigster Tätigkeit ist, macht sie plötzlich eine Pause, ganz offenbar nur darum, weil zufällig keiner ihrer zwei Töne zu dem augenblicklichen Accord passt (Beispiel 1). Dem Gehör würde aber dieser Umstand entgehen: der Paukenton würde sich scheinbar accommodiren. Und was das partiturlesende Auge betrifft, so ist es diesem doch auch ein Schrecken, wenn es in der Paukenstimme Gänge wie bei 2 erblickt.



Da kann die Pauke freilich durchweg mit accord-eigenen Tönen aufwarten; aber die Stimmführung würde das gebildete Gehör, wenn es die Töne nach ihrer eigenen Höhe auffasste, minde-

stens ebenso beleidigen, wie accordfremde Töne[1]). Neuere Componisten haben zuweilen mehr als zwei Pauken vorgeschrieben. So MEYERBEER gelegentlich im Robert d. Teufel No. 17 drei (ursprünglich sogar 4, aber nicht wegen der Harmonie sondern wegen einer Solo-Melodie, die sie pauken sollten). Auch SCHUMANN benützt in der *B*-dur-Symphonie drei; im ersten Satz sind sie auf *F*, *Ges*, *B* gestimmt. Hier wäre es nun von Interesse, wenn Orchesterdirigenten den Versuch machten (und vielleicht haben ihn manche in Ermangelung der dritten Pauke schon gemacht), blos mit *F* und *B* auszukommen. Ob es ein unkundiger aber gut auffassender Hörer an den Stellen S. 20, 30, 34 u. s. f. (Part. BREITKOPF Serien-Ausg.) merken würde, wenn hier *F* statt *Ges* gepaukt würde? Im „Ring des Nibelungen" hat WAGNER durchweg 4 Pauken vorgeschrieben. BERLIOZ hat in seinem Requiem 16 (von 10 Mann bedient), wodurch alle Töne der chromatischen Leiter gegeben werden können. In der Tat solange man nicht wenigstens 12 anwendet, wird es immer an gewissen Stellen schwer bleiben, die Pauke wie eine andere Stimme zu führen. Die Schwierigkeit ist praktisch durch den obigen Zug unserer Auffassung gelöst; wenigstens für alle Fälle, wo die Pauke mit starken anderen Instrumenten zusammenwirkt. Aber sie wird eben längst nicht mehr als blosses Füllinstrument verwendet; und so wird sich die Vermehrung ihrer Töne allerdings nicht immer umgehen lassen.

Eine analoge Behandlung wie der Pauke liessen die älteren Tonsetzer auch den Blechinstrumenten zu Teil werden, weil damals nur die Naturinstrumente mit ihrer beschränkten Auswahl von Tönen zur Verfügung standen. Hier macht sich der Übelstand, das sinnwidrige Pausiren und die regelwidrige Stimm-

---

[1]) GEVAERT gibt in seinem „Traité générale d'Instrumentation" p. 105 geradezu die Regel: „La note donnée aux timbales doit pouvoir faire partie de l'accord; mais il n'est pas nécessaire que ce soit la vraie basse." Er fügt in der Anmerkung bei: „Certains compositeurs emploient dans les parties de timbales des sons qui n'entrent pas dans l'accord." Mir sind solche Stellen, die also von seiner Regel abweichen würden, nicht bekannt, aber ich billige sie.

führung, wirklich auch für's Ohr merklich und hat immer wieder den Gedanken an entsprechende Abänderungen in den Partituren nahe gelegt, die doch bei dem festen und feinen Gefüge derselben ausserordentlich schwer durchzuführen sind. Für die Neueren ist dem Übelstand durch die Ventilinstrumente abgeholfen.

Dagegen findet Ähnliches wie bei der Pauke, und in noch weiterer Ausdehnung, ohne jeden Nachteil Statt bei grosser und kleiner Trommel, Becken, Triangel, Tamburin, Schellen, Tamtam u. dgl. Für Trommel und Becken kann man's in der Militärmusik jederzeit beobachten; für den Triangel auch gut in MOZART's Entführung (Ouverture); für Tamburin, Schellen, Triangel und kleine Trommel in WEBER's Preciosa (Zigeunermarsch). Auch schon GLUCK hat den Skythentanz in der Iphigenie in Tauris fortlaufend mit Trommel und Becken begleitet. Je mehr Geräusch einem solchen Klang beigemischt ist, um so leichter die besprochene Täuschung. So scheinen auch Gewürze, wie Pfeffer und Paprika, denen man ja solche Zutaten vergleichen kann, in gewissem Masse sich dem Hauptgeschmack der Speise, der sie zugefügt werden, anzupassen. Personen mit ausgebildetem Geschmacksurteil mögen hierüber Näheres wissen.

Einiges Licht fällt von hier aus wol auch auf die für unser Auge mehr als befremdliche Zusammensetzung chinesischer und javanischer Partituren, welche in neuerer Zeit bekannt geworden sind [1]). Eine Melodie wird hier durch die schreiendsten Instrumente kräftig herausgehoben, dabei aber von einer Menge anderer teils mit gleichbleibenden Tönen teils mit vielerlei Schnörkeln begleitet, sodass die unglaublichsten gleichzeitigen Tonverbindungen und eine nichts weniger als homophone Musik herauskommt. Allein wir dürfen annehmen, dass diese ganze

---

[1]) Dr. MÜLLER in den „Mitteilungen der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens" 1876 gibt chinesische Partituren. S. meine Bemerkungen in der Viertelj.-Schr. f. Musikw. II (1886) 522. J. P. N. LAND, Über die Tonkunst der Javanen, das. V (1889) 193 f. Die von LAND veröffentlichte Partitur zeigt sehr merkwürdige Anfänge contrapunctischer Behandlung.

Masse mehr wie eine Art begleitenden Geräusches neben der Hauptstimme vernommen wird und bis zu einem gewissen Grade deren jeweilige Tonhöhe für die Auffassung annimmt. Natürlich beleidigt auch Das, was doch in der Form selbständiger Stimmen herausgehört wird, das Gehör der Einheimischen nicht, da dieses keine harmonischen Forderungen stellt. Aber das Ganze dürfte ihnen überhaupt nicht in dem Grade polyphon klingen, wie es aussieht.

Endlich auch beim Sprechen mit Musik, im Melodrama, macht sich solcher Einfluss der gleichzeitigen Töne auf die Auffassung geltend. Es mag wol sein, dass der Sprechende hier wirklich oft seine Intonation, so gut es geht, nach der Begleitung richtet. Für correct würde ich dies nicht halten, da es der Natur dieser Kunstform widerspricht und doch nicht vollständig gelingt. Aber auch wo die Accommodation nicht wirklich erfolgt, weder beabsichtigt noch unwillkürlich, kann doch für den Hörer der Schein einer solchen entstehen, und gerade dadurch wird das Abstossende ganz von selbst und besser vermieden, als durch eine auffällige und nur halb gelingende Bemühung.

c) Distanzurteile über gleichzeitige Töne.

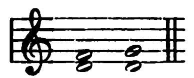
Um reine Distanzschätzungen zu erlangen, muss man, wie bei aufeinanderfolgenden Tönen (I 249), den Einfluss der Intervallauffassung fernzuhalten suchen. Dann kann man sich auch hier z. B. fragen, ob das nämliche Intervall gleichzeitiger Töne in verschiedenen Regionen die nämliche Distanz darstellt. Man kann auch fragen, welchem Intervall in Einer Region ein gegebenes Intervall in einer anderen Region als Distanz betrachtet gleich ist.

Trotz der Schwierigkeit dieser Urteile scheint mir hier wie bei der Aufeinanderfolge der Töne soviel klar, dass die Distanz der Töne eines und desselben Intervalls (d. h. also bei gleichbleibendem Verhältnis der Schwingungen) von der Tiefe bis etwa zur dreigestrichenen Octave zunimmt. Die Verschmelzung bleibt dieselbe, aber der Höhenunterschied der Töne ist in der Tiefe offenbar viel geringer.

Bei den o. 323 erwähnten Versuchen mit den tiefen KÖNIGschen Gabeln war mir in der unteren Region der grossen Octave die Distanz einer Terz nur eben noch als Distanz erkennbar, die der Quinte (*C G*) erschien fast nicht grösser als die einer grossen Secunde in mittlerer Lage, dergestalt dass das Intervallurteil selbst in's Schwanken geriet: denn wenn dieses sich auch nicht auf die Distanz der Töne als Hauptmerkmal stützt, so ist seine Sicherheit doch nicht ganz unabhängig von so grossen Veränderungen der gewöhnlichen Umstände. Die grosse Terz *FA* war ich geneigt geradezu als grosse Secunde zu schätzen (nur bei Verteilung der Gabeln an beide Ohren und Andrücken an dieselben berichtigte sich das Urteil; nachher auch bei freier Haltung). Bei den kleinen Terzen *Fis A* und *E G* schien die Differenz nur einen Ganzton oder selbst einen Halbton zu betragen, bei der grossen Secunde *GA* ebenfalls entsprechend weniger. Kurz es wurde derjenige Intervallbegriff aus der mittleren Lage hieher übertragen, welcher dort ungefähr mit der gleichen Distanz verbunden ist. Weiter hinauf, bei *A c* und in der kleinen Octave, verschwanden solche Täuschungen. Sie sind hier bei der Deutlichkeit der Verschmelzungsunterschiede, durch die das Intervallurteil gewöhnlich in erster Linie bestimmt wird, für geübte Ohren nicht mehr möglich, wenngleich die Distanzen der Intervalltöne sich auch weiter hinauf noch verändern. Es gewinnt vielmehr dann die Intervallauffassung die Oberhand auch über das Distanzurteil und täuscht uns gleiche Distanzen vor, wo nur die Verschmelzung gleich ist.

Ich habe auch Unmusikalische, nämlich die in I 314 bezeichneten Personen in Würzburg, zu derartigen Urteilen heranzuziehen versucht, doch nur gelegentlich, da ich nicht Viel davon erwartete. Vorher versicherte ich mich immer, dass die gleichzeitigen Töne als zwei erkannt wurden. Dr. K., den ich zuerst allein vornahm; war, wie in anderen Beziehungen, so auch in den gewünschten Distanzvergleichungen sehr unsicher, erklärte in verschiedenen Lagen Septimen für grösser als Octaven u. s. f. Aus gemeinsamen Versuchen mit den Herren S., Be. und Bo. über Intervalle bis zur Quinte in mittlerer

Lage, wobei den verglichenen Tonpaaren immer ein Ton und zwar der tiefere gemeinsam war, also z. B.:



schien hervorzugehen, dass das Urteil sehr zuverlässig war, wenn es sich um Vergleichung schwach- oder starkverschmelzender Combinationen handelte (z. B. der kleinen mit der grossen Secunde oder der Quinte mit der Quarte), dagegen sehr unzuverlässig, wenn Intervalle mittlerer Verschmelzung (Terzen) mit solchen von stärkerer (Quarten, Quinten) oder schwächerer (Secunden) verglichen wurden. Es ergab die Vergleichung von Quarten mit Quinten 16:17, d. h. unter 17 Fällen 16, wo die Quinten richtig als grössere Distanz bezeichnet wurden; die von grossen mit kleinen Secunden 8:8; dagegen die von Quinten mit Terzen 7:14, Quarten mit Terzen 8:20, Terzen mit Secunden 9:17. (Die zweifelhaften Aussagen sind nicht gerechnet. Davon kamen auf den 1., 2. und 5. Fall je 1, auf den 3. 2, auf den 4. 7. Will man sie zur Hälfte den richtigen zurechnen, so verändern sie doch das Verhältnis nicht.)

Ich lege auf dieses Ergebnis wegen der geringen absoluten Zahlen keinen Wert, doch reizt es vielleicht Andere zur weiteren Verfolgung, und würde sich übrigens, wenn es sich bestätigte, einem begreiflichen Gesichtspunct unterordnen. Denn man kann sich denken, dass ein stark verschmelzendes Intervall leicht für zu klein gehalten wird, indem man die geringere Unterscheidbarkeit der Töne mit grösserer Ähnlichkeit derselben verwechselt, wie dies ja bezüglich der Octave sogar sehr allgemein geschieht (vgl. auch Dr. K. über Septimen und Octaven o.); und dass aus analogem Grunde die sehr schwach verschmelzenden für zu gross gehalten werden. Es werden also sowol Intervalle von hohem als von geringem Verschmelzungsgrade, wenn sie mit solchen von mittlerer Verschmelzung (Terzen) verglichen werden, leichter Täuschungen erzeugen, als wenn Intervalle von gleicher Verschmelzungsstufe unter einander verglichen werden.

Bei sehr grossen und sehr kleinen Distanzen der Töne werden natürlich auch hier neue Fehlerquellen wirksam.

Die Fortsetzung solcher Versuche wäre nicht ohne Interesse, zumal wenn dann von den nämlichen Individuen auch Distanzvergleichungen von Tonpaaren mit aufeinanderfolgenden Tönen abgefragt würden, um festzustellen, ob bei gleichzeitigen oder bei aufeinanderfolgenden Tönen unter sonst gleichen Umständen grössere Zuverlässigkeitswerte für Distanzurteile herauskommen. Wahrscheinlich bei aufeinanderfolgenden.

d) Vergleichungen von Distanzen gleichzeitiger mit solchen aufeinanderfolgender Töne.

Ob zwei gegebene Töne gleichzeitig erklingend dieselbe Distanz besitzen wie in der Aufeinanderfolge, darüber kann man sich bei hinreichender Aufmerksamkeit und Übung nicht täuschen, da die Tonqualitäten selbst sich durch die Gleichzeitigkeit nicht verändern. Aber anfänglich kann wegen der geringeren Deutlichkeit, welche die Folge der Verschmelzung ist, die Distanz bei der Gleichzeitigkeit geringer scheinen; und so ist es mir selbst (auch anderen Musikalischen, z. B. Prof. W. BIEDERMANN in Jena) mehrfach bei tiefen Gabeln ergangen.

Eine wirkliche Verschiedenheit der Distanz kann sich nur für den Fall der Schwelle ergeben, wo, wie wir wissen, zwei successiv noch verschiedene Töne bei Gleichzeitigkeit als Einer empfunden (nicht blos geschätzt) werden, also eine Distanz dort vorhanden hier verschwunden ist. Hier ist es eben auch unrichtig, von den nämlichen zwei gegebenen Tönen zu reden. Nur objectiv sind es dieselben zwei, subjectiv als Empfindungsmaterial liegt im zweiten Fall nur Ein Ton vor. Die Bedingungen des Versuches sind also aufgehoben.

II. Urteile über nichtanalysirte Klänge.

1. Scheinbare Höhe eines Klanges

a) bei ungleicher Stärke der Componenten.

In dieser Hinsicht wissen wir bereits, dass durch beigemischte nichtunterschiedene Obertöne ein Klang scheinbar

höher wird, wenn er auch bei genauerer Aufmerksamkeit und Untersuchung seine Höhe behält. Die Täuschung beruht auf der Veränderung der Klangfarbe.

Zu beachten ist, dass die concreten Vorstellungen, welche der Musiker mit den Ausdrücken c^1, a^1 u. s. f. verbindet (sofern er irgendwelche damit verbindet), nicht die einfacher sondern ziemlich zusammengesetzter Klänge sind. Jene Benennungen haben sich ihm eingeprägt an Instrumenten mit meist zahlreichen Obertönen. Was wir bei c^1 denken, ist nicht der wahre akustische Repräsentant dieser Höhe, sondern ein musikalisches c^1. Wenn wir daher sagen: „Einem Klang wird im Allgemeinen die Höhe seines Grundtones zugeschrieben", so darf dies nur so aufgefasst werden: „Der Klang wird an diejenige Stelle innerhalb des Tonreiches verlegt, welche theoretisch dem Grundton allein gebühren würde"; nicht aber: „er wird an die Stelle verlegt, welche wir sonst dem Grundton allein zuerkennen". Wir verlegen eben den Grundton, wenn wir ihn ausnahmsweise einmal für sich allein hören, keineswegs an die ihm gebührende Stelle des abstracten Schema's, welches durch die Buchstabenbezeichnung gegeben ist.

Näher kommen hier zwei Classen von Täuschungen vor:

α) Wenn es sich darum handelt, einen einfachen mit einem zusammengesetzten Klang zu vergleichen, so wird leicht ein kleiner Unterschied gefunden, wo keiner mehr ist; der einfache scheint ein wenig tiefer als er ist, „zu tief", insofern der zusammengesetzte uns massgebend ist[1]. Der Irrtum kann hier nur Wenig betragen, weil beide Klänge in der Empfindung oder der unmittelbar vorausgegangene wenigstens in intensiver deutlichster Vorstellung gegeben ist.

β) Wenn es sich darum handelt, die absolute Höhe eines isolirt angegebenen Klanges zu erkennen und denselben zu benennen, so wird leicht der einfache Klang um eine, ja zuweilen

[1]) I 235, 240 f., 253 f. An Zithern kann man gut beobachten, dass eine Saite merklich höher klingt, wenn man sie in $1/3$, als wenn man sie in $1/2$ ihrer Länge zupft. Im letzteren Fall fehlen die stärksten (geradzahligen) Teiltöne.

um zwei ganze Octaven zu tief geschätzt. Hier kann der Irrtum so Viel betragen, weil ein Vergleichungsklang entweder gar nicht oder nur in relativ schwacher Erinnerungsvorstellung gegeben ist[1]). Aber warum beträgt er gerade eine oder zwei Octaven, warum nicht eben so oft auch eine Sexte oder Decime?

Teilweise beruht dies auf der Ähnlichkeit, welche zwischen einem zusammengesetzten Klang, als Ganzes betrachtet, und seinem Grundton, für sich allein betrachtet, insofern besteht als letzterer im ersteren als Teil enthalten ist (I 112). Da uns nun der Grundton für sich allein weniger vertraut ist, so benennen wir ihn nach demjenigen gewohnten Klange, mit welchem er die grösste Ähnlichkeit besitzt. Und diese Ähnlichkeit wirkt auch, ohne dass der zusammengesetzte Klang selbst vorgestellt wird, indem sie als reproducirende Kraft die Übertragung des entsprechenden Begriffes und Namens auf den vorliegenden einfachen Klang bewirkt[1]). Derselbe besitzt allerdings auch eine Ähnlichkeit mit seinen einfachen Nachbartönen; aber diese sind uns als einfache Töne eben so wenig vertraut, wie er selbst, also liegt die Verwechselung mit ihnen weniger nahe, als mit der zusammengesetzten tieferen Octave.

Zum Teil aber beruht die Octaventäuschung auf der Verschmelzung. In den Fällen, wo die Benennung sich auf eine Vergleichung des vorliegenden mit einem anderen concret vorgestellten Klang gründet, stellen wir uns einen solchen Klang vor, mit welchem (mit dessen Grundton) der gegebene einfache Klang am stärksten verschmilzt, und benennen diesen danach. In Folge davon könnte der einfache Klang zwar ebensowol um eine oder mehrere Octaven zu hoch als zu tief geschätzt werden: aber dass er überhaupt zu tief geschätzt wird, hat die schon angeführten Gründe. Hier war nur zu erklären, warum gerade um Octaven.

[1]) Über diesen Unterschied der Fälle s. bei der Lehre von den Intervallurteilen im nächsten Bande, wo wir auf die allgemeine Theorie der „Wiedererkennung“ und Benennung näher eingehen. Nicht alles Erkennen und Benennen ist ein Vergleichen.

So löst sich die Paradoxie, dass Musiker bei absoluten Höhenbestimmungen sich leichter um einen bestimmten grösseren als um einen geringeren Betrag irren. Wer den Begriff des Intervalls ganz in den der Distanz aufgehen lässt, dürfte hier mit der Erklärung schwer zurechtkommen.

Über das Vorkommen der Octaventäuschungen vgl. I 270, 310—11. Ich habe selbst jahrelang den mehrerwähnten subjectiven Ton fis^3 um eine Octave zu tief geschätzt, bis ich durch genaue Vergleichung mit fis^2 und fis^3 am Clavier seine wahre Höhe erkannte. Bei den zahlreichen vorübergehenden subjectiven Tönen ist es mir von der viergestrichenen Octave an fast immer mehr oder weniger zweifelhaft, ob ich z. B. ein vier- oder fünf- oder sechsgestrichenes *e* vor mir habe, während ich sehr wol erkennen kann, dass es überhaupt ein *e* ist. In welcher Richtung hier die Täuschung am häufigsten stattfindet, kann ich nicht sagen, da selbst bei einer sofortigen Vergleichung mit Claviertönen vielfach über die absolute Höhe Zweifel bleiben, während doch die Stellung innerhalb der Leiter (*c, d, es* u. s. w.) in Zweifelsfällen dadurch fast regelmässig sofort aufgeklärt wird. Am auffallendsten ist wol die Tieferlegung der Pfeiftöne (o. 298 Anm.), auf deren wahre Höhe mich erst vor wenigen Jahren G. Engel aufmerksam gemacht hat. Man irrt sich hier sogar um zwei Octaven. Ja es kann geschehen, dass man das gepfiffene c^3 für die tiefere Octave des c^2 hält, wenn dies auf dem Clavierangegeben wird; solange bis man ganz genau unter Abstraction von der Klangfarbe die Höhen als solche vergleicht.

Wir haben bisher die Fälle betrachtet, in denen die nichtunterschiedenen Beitöne höher waren als der Hauptton. Man könnte ebenso den Einfluss von tieferen Beitönen untersuchen. Zu erwarten wäre, dass ein solcher in analoger Weise die scheinbare Höhe vertiefte. Aber bei Individuen, die über feinere Höhenunterschiede überhaupt ein Urteil haben, ist der Fall schwer herzustellen, weil der tiefere Beiton alsbald für sich wahrnehmbar wird (o. 228). Doch finde ich darüber eine Bemerkung von König (Pogg. Ann. Bd. 157, S. 189) gelegentlich seiner Gabelversuche: „Lässt man zu dem *c* plötzlich *g* hinzu-

treten, so klingt es, als hätte der Grundton (*c*) nur einen tieferen Charakter bekommen." Es tritt nämlich dann auch der Combinationston *C* äusserst schwach hinzu.

Endlich liesse sich auch der Fall untersuchen, wo zwischen zwei stärkere Töne ein mittlerer schwacher, nichtunterschiedener eingeschaltet würde. Hierüber ist mir nichts Tatsächliches bekannt.

b) bei gleicher Stärke der Componenten.

Hier sind besondere Umstände erforderlich, wenn für musikalische Ohren die Analyse ausgeschlossen sein soll. So können zwei gleichzeitige Töne einander zu nahe liegen, um ohne besondere Anstrengung unterschieden zu werden. Dann bestimmt vorwiegend der tiefere die scheinbare Höhe des Ganzen (o. 326—7). Ferner bei Octaven. Auch hier wird in solchem Fall ausserhalb eines actuellen musikalischen Zusammenhanges dem Ganzen die Höhe des tieferen Tones zugeschrieben, ebenso und noch bestimmter als im Falle der Analyse (o. 384); weil ja dann eben nur das Ganze eine Tonhöhe zu besitzen scheint. Dem Unmusikalischen gilt das Hinzutreten des höheren Tones hier fast nur als eine Verstärkung, während der Musikalische wenigstens eine Klangfarbenänderung statuirt. Der Hinzutritt einer tieferen Octave dagegen verändert bei gleicher Stärke derselben stets sofort die Auffassung der Tonhöhe.

Octaven können auch innerhalb und in Folge des musikalischen Zusammenhanges als Unisono im eigentlichen Sinne gefasst werden. Wenn z. B. eine in Octavengängen vorgetragene Melodie als solche grosses Interesse erweckt und zugleich die Begleitung einen Teil der Aufmerksamkeit abzieht, so kann uns die Zusammensetzung der melodieführenden Stimmen aus Octaven entgehen. In solchen Fällen ist die Höhenauffassung bald durch den tieferen bald durch den höheren Ton bestimmt, je nach näheren Umständen (s. u.).

Unmusikalische und Kinder fassen wol auch oft genug Quinten-, ja Terzengänge nur als Unisono von der Höhe der höheren Töne, die ihre Aufmerksamkeit gewohnheitsmässig fesseln (vgl. o. 374).

2. Distanz nichtanalysirter Klangmassen von ihren Teilen und von einander.

Man kann die beiden nichtanalysirten Zusammenklänge Cc und cc^1 mit dem Einzelklang oder Ton c vergleichen und die Frage stellen, welcher Eindruck sich mehr von dem letzteren unterscheidet, welcher Übergang (c nach Cc und nach cc^1) als eine grössere Änderung aufgefasst wird. Ebenso bei nichtanalysirten Quinten u. s. w.

Ohne Zweifel würde hiebei noch entschiedener als bei I 1. die Beifügung des tieferen Tones als eine grössere Änderung des Ganzen bezeichnet werden. Ich habe solche Versuche (die nur mit Unmusikalischen anzustellen wären) nicht gemacht.

Statt Zusammenklängen kann man weiter auch Einzelklänge (mit ungleicher Intensität der Teile) nehmen und nach ihrer Distanz von einfachen Tönen fragen.
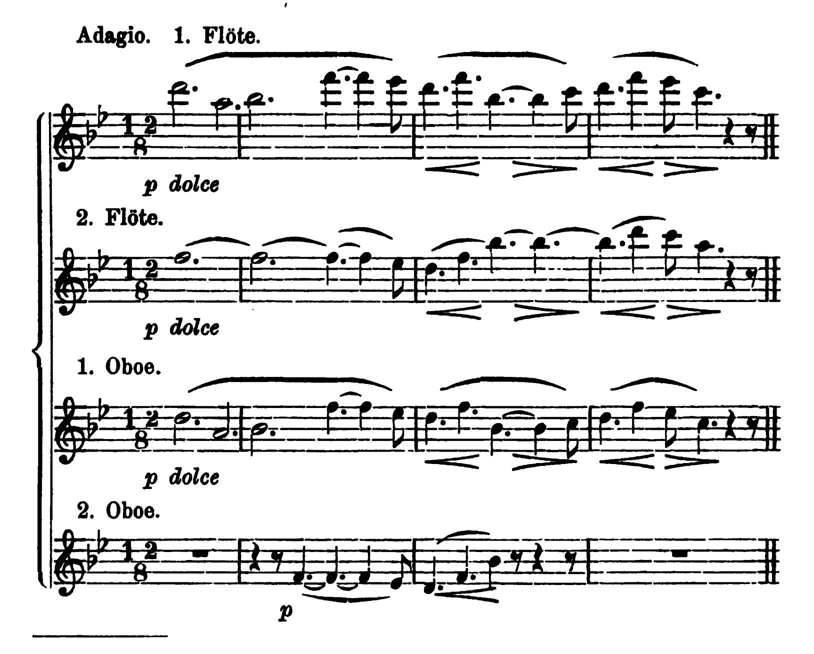
Endlich könnten auch Distanzen je zweier nichtanalysirter Zusammenklänge untereinander verglichen werden, z. B. $CG - cg - c^1 g^1$. Und auch hier kann die relative Stärke der Teile verändert werden. Doch dürfte hiebei schwerlich etwas Interessantes und Neues herauskommen.

Die Musik bietet auch für die Betrachtungen unter II mancherlei Anregung und Anwendung.

Wenn die Clarinette ein Thema in der ein- und zweigestrichenen Region vorträgt und vom Fagott in der nächsttieferen Octave secundirt wird, und wenn wir augenblicklich beide Instrumente nicht auseinanderhalten, so glauben wir die Melodie in derjenigen Region zu hören, in welcher sie von der Clarinette vorgetragen wird. Wenn dagegen, wie dies sehr vielfach geschieht, die Flöte in nächsthöherer Octave mit der Violine oder Clarinette oder Oboe geht, so glauben wir unter gleicher Voraussetzung die Melodie in der tieferen Lage zu hören, fassen die letztgenannten Instrumente und nicht die Flöte als ihren Träger. Hier ist die Nichtanalyse auch wirklich die Regel. Die Flöte ist eben bei gewöhnlicher Besetzung und Tongebung schwächer als die anderen genannten Instrumente (ausgenommen etwa ihre zwei höchsten Töne). Aber auch

wenn ihr Ton nicht ganz im Klange verschwindet, wird er mehr als Modification aufgefasst; als eigentlicher Träger der Melodie erscheint bei Octavengängen dieser Art das tiefere Instrument.[1])

Bei vorzüglichen Aufführungen der 9. Symphonie Beethoven's sowie seiner Missa solemnis habe ich auf solche Stellen besonders geachtet. Sie sind gerade in diesen an Feinheit und Genialität der Stimmenbehandlung unerreichten Werken sehr zahlreich. In der Partitur der 9. Symphonie (Peters) beispielsweise S. 27, 55, 104, 149, 154, 185 (Trompeten). Man betrachte namentlich die Stelle S. 154 f. genau:



[1]) In den vierhändigen Clavierauszügen wird dieser Umstand zu wenig berücksichtigt, die Melodie aus der Flötenstimme in die gleiche Octave des Claviers herübergeschrieben und dadurch eine weniger angenehme und den Absichten des Componisten nicht entsprechende Wirkung erzeugt, indem am Clavier die höhere Octave viel mehr hervortritt. Die Peters'sche Ausgabe der Beethoven'schen Symphonien für vier Hände hat es hierin besser getroffen als die Breitkopf-Härtel'sche Volksausgabe.

Wir glauben die Melodie im zweiten Tact dieser Stelle nicht so zu hören und sollen sie nicht so hören, wie sie von der 1. Flöte, dem höchstliegenden Instrument, geblasen wird. Die Melodie geht für unser Gehör nicht von b^2 nach f^3, sondern nach f^2, dem Ton der 2. Flöte, in welchen auch die 1. Oboe einstimmt, während f^3 nicht davon gesondert vernommen wird[1]). Die vereinigte 2. Flöte und 1. Oboe werden vorübergehend Träger des Gesanges, wozu auch das wolvorbereitete Eingreifen der 2. Oboe mitwirkt. Am Schluss des folgenden Tactes dagegen geht die Melodie wieder auf die 1. Flöte über und das Ohr folgt in der Tat dieser Wendung, weil die 2. hier auf b^2 liegen bleibt und die Aufmerksamkeit sich dem Bewegten zuwendet. Es ist ganz merkwürdig, wie hier keine der höheren Stimmen, der zwei Flöten und zwei Oboen, die Melodie so vorträgt, wie wir sie zu hören glauben, und dass sich doch das richtige Bild in uns zusammensetzt. Aber die Gründe lassen sich bis in's Einzelne angeben. Allerdings wirkt auch der Umstand hier mit, dass wir die Melodie von ihrem erstmaligen Auftreten her im Gedächtnis haben und dass sie gleichzeitig in tieferer Octave vom Fagott vorgetragen wird, auch in verblümter Weise in den Sechszehntelfiguren der ersten Violine enthalten ist. Doch würde sie auch ohne diese Hilfen deutlich hervortreten, und dieselben würden uns hier Nichts helfen, wenn die aus dem Zusammenwirken der höheren Blasinstrumente resultirende Melodie in Widerspruch damit träte.

Solche Mischungen der Instrumente, wo der Tonsetzer eine Melodie im Bewusstsein des Hörers aufbaut, die in keiner beteiligten Stimme enthalten ist, zeigen Beethoven's wunderbare Meisterschaft. Aber es gilt auch hier — und ist bereits von Richard Wagner hervorgehoben —, dass er zu solchen Kunstgriffen manchmal durch selbstgezogene Schranken veranlasst wurde, die heutzutage unnötig scheinen. Er liess die Flöte und die Violine im Orchester nicht über a^3 hinaufgehen (ausser in wenigen Fällen, wo höhere Töne stufenweise erreicht werden und darum kein

---

[1]) Das auf f^3 am Schluss des 2. Tactes in der Peters'schen Ausgabe folgende c^2 der 2. Flöte ist ein Druckfehler statt es^2.

Misgriff zu befürchten war, wie in den Ouverturen zu Egmont und König Stefan). Er musste daher, wo die Melodie eine Überschreitung dieser Grenze verlangte, danach trachten, das Ohr vorher schon an ein in der tieferen Octave mitgehendes Instrument als Melodieträger zu fesseln.

An einer späteren Stelle (S. 160) hätte die 1. Flöte bis b^3 gehen müssen. Beethoven lässt sie in die tiefere Octave springen, was übel klingt, wenn man es bemerkt. Nun wird sie hier wirklich vorher als Trägerin der Melodie gefasst. Aber siehe da, sie schien mir doch in die Höhe zu gehen. Vielleicht war die Täuschung durch das allgemeine Crescendo und das gemeinsame Hinaufgehen der Clarinetten und Fagotte begünstigt. Doch weiss ich nicht, ob sie auch bei Anderen und bei mir selbst ein anderes Mal eben so sicher eintreten würde.

Das Scherzo derselben Symphonie enthält eine ganze Reihe solcher kritischen Stellen, wo Flöte oder Violine b^3 haben müssten und diesen oder mehrere Töne aus der tieferen Octave entleihen (S. 72, 87, 88, 92, 128, 133, 135). Hier werden jetzt wol allgemein bei Aufführungen die hohen Töne selbst eingesetzt. Auffallend bleibt allerdings, dass 2. Violine und Viola, die an solchen Stellen die 1. Violine in tieferen Octaven begleiten, denselben Gang nehmen und das Motiv in derselben alterirten Weise vortragen, obschon hier nicht die mindeste Schwierigkeit in Hinsicht der Tonlage vorhanden sein würde. Und es wäre an sich nicht undenkbar, ja nicht einmal unwahrscheinlich, dass Beethoven aus der Not eine Tugend, aus den Schranken in der Tonhöhe einen Anlass zur wirklichen Umgestaltung des Motivs gemacht hätte; in welchem Fall man natürlich Nichts daran ändern dürfte. Doch wäre wenigstens bei Stellen wie S. 92 im vorletzten Tact in der Flöte diese Auffassung kaum durchzuführen.

Umgekehrt müsste die melodieführende Violine im Andante S. 143 im vorletzten Tact sinngemäss notwendig von *g* auf *fis* heruntergehen, und ich kann nicht leugnen, dass mich das fis^1 immer stört. Wäre hier statt dessen eine Achtelpause gelassen, so würde das *fis* der Viola allein hervortreten und die Phrase richtig beendigen. Allerdings hat Beethoven auch hier vorgesorgt,

indem er gegen Ende derselben die Oboe in höherer Octave mitgehen und den Schluss richtig ausführen lässt. Doch ist für mein Gehör die Störung damit nicht ganz beseitigt.

Für die Auffassung eines der Octaventöne als des Trägers der Tonhöhe bietet auch BEETHOVEN's Claviersonate in *B-dur* op. 106 ein Beispiel, welches mir oft aufgefallen ist. Im 22. Tacte des Adagio geht die Melodie von a^2 nicht etwa auf g^3 sondern natürlich auf g^2, während die höhere Octave nur zum Zweck hellerer Klangwirkung hinzugefügt ist und dadurch auch ein ganz unentbehrlicher ästhetischer Ausdruck in die Stelle kommt. Es verhält sich ähnlich wie in der obigen Stelle der Neunten mit dem hohen f^3 der ersten Flöte, wenn auch der hohe Clavierton nicht ebenso in dem tieferen verschwindet. Das Wort, BEETHOVEN's Sonaten seien verkappte Symphonien, trifft hier wirklich zu, die Stelle ist orchestral gedacht, auch in den folgenden Tacten.

RICHARD WAGNER nimmt in seiner Besprechung der obigen Stellen im Scherzo der Neunten an, dass das Gehör der höchsten Stimme unbedingt folge und somit die Melodie entstellt vernehme. „In dieser Hinsicht“, sagt er (Gesammelte Schriften [1] IX 291) bezüglich solcher Entstellungen, „ist es nun eben vorzüglich die Flöte, welche, sobald sie eintritt, als äusserste Oberstimme das melodiesuchende Gehör unwillkürlich anzieht, und wenn nun der melodische Gang sich in ihren Noten und deren Folge nicht rein ausdrückt, jenes notwendig irre führt. Gegen die hier bezeichnete üble Wirkung scheint unser Meister mit der Zeit gänzlich achtlos geworden zu sein.“

WAGNER war unter den Neueren sicher der grösste Kenner orchestraler Wirkungen, deren Bereich er auch schöpferisch erweitert hat; und seine sorgfältigen, ich möchte sagen philologischen, Detailstudien über BEETHOVEN's Partitur verdienten von jedem Dirigenten, der es kann, nachgeahmt zu werden, mag man seine Änderungsvorschläge billigen oder nicht. Aber wir müssen annehmen, dass er das Princip bezüglich der Flöte nur eben im Hinblick auf Stellen wie die im Scherzo formulirt hat. Allgemein ist es gewiss nicht richtig, dass die Flöte, wo sie die höchste Stimme hat, das melodiesuchende Gehör anziehe. Bezüglich des Anfanges der

8. Symphonie, wo sie gleichfalls einen das Thema entstellenden Gang nimmt, müsste noch der Versuch gemacht werden, ob ein musikalisch feinhöriges Ohr ohne Kenntnis der Partitur diese Abweichung wirklich bemerken kann. Vielleicht hat sich Beethoven doch auch hier nicht verrechnet. Anders verhält sich natürlich die Sache, sobald man durch den Anblick der Noten von solchen Abweichungen unterrichtet ist. Im Allgemeinen gewinnt man doch gerade durch akustische Erwägungen vorstehender Art an den letzten Quartetten, Sonaten und Orchesterwerken die Überzeugung, dass der längst Taubgewordene die Wirkungen der Klangmischungen sich sehr wol vergegenwärtigen und kunstvoll berechnen konnte. Was man gemeinhin in dieser Beziehung auf seine Taubheit schiebt (auch weniger woltuende Zusammenklänge, wie die Verbindung sehr hoher und sehr tiefer Töne ohne Mittelglieder), scheint mir künstlerisch beabsichtigt. Diese Dinge hat aber auch R. Wagner bei seinem Ausspruch nicht im Auge. Und dass in einzelnen Fällen die Berechnung der Klangwirkung nach blosser Erinnerung nicht vollkommen gelang, dass Beethoven unter dem unmittelbaren Eindruck der Instrumente und ihrer Mischungen hie und da anders geschrieben hätte, ist immerhin möglich. Verwischen sich doch die Klangfarbenunterschiede in der Erinnerung besonders leicht[1]), und combinirt doch Beethoven die längst nicht mehr gehörten Instrumente jetzt in einem Umfang und einer Manichfaltigkeit, wie nie zuvor.

§ 26. Intensitätsurteile über einen zusammengesetzten Klang und seine Teile.

1. Urteile über das Stärkeverhältnis gleichzeitiger Töne.

Wie bei aufeinanderfolgenden, so kann bei gleichzeitigen Tönen, vorausgesetzt dass sie von einander unterschieden werden, zunächst die Frage gestellt werden: „Sind sie an Stärke

[1]) Vgl. I 159 (Henle); Gurney Power of Sound Ch. III § 2, Ch. XII § 8; und meine Bemerkungen in der Zeitschr. f. Philos. u. phil. Kritik Bd. 89, S. 45.

einander gleich oder ungleich?" Es kann so ein Intensitätsschwellenwert ermittelt werden (nicht zu verwechseln mit der Intensitätsschwelle bezüglich der Analyse o. 220), der voraussichtlich nach Individuen, und besonders nach Tonregionen und nach dem Verschmelzungsgrad wechseln, jedenfalls aber im Allgemeinen höher liegen wird, als bei Aufeinanderfolge der Töne. Es würden dann die absoluten Stärken zu variiren und die WEBER'sche Formel auch hier zu prüfen sein. Doch liegen noch keine Untersuchungen vor.

Sodann kann auch hier gefragt werden: „Welcher Ton ist der stärkere?" Versuchsreihen über die Feinheit dieses Urteils würden wiederum zu mancherlei Schlussfolgerungen dienlich sein.

Auch ohne besondere Versuche lässt sich wenigstens Ein Ergebnis hier aus bekannten Erfahrungen ableiten. Die Vergleichung gleichzeitiger Töne lehrt noch klarer als die aufeinanderfolgender, dass die höheren Töne bei gleicher Reizstärke grössere Empfindungsstärke besitzen. Die winzige Pickelflöte übertönt in ihren hohen Lagen in der viergestrichenen Octave bequem das gesammte Orchester, selbst das Blech. Ein einziger guter Solosopran beherrscht nicht minder Chor und Orchester, sobald seine Töne höher liegen. Vgl. etwa den Schluss von SCHUMANN's Paradies und Peri, auch das erste Finale seiner Faustscenen; von Opernarien gar nicht zu reden. Weiss sich doch auch ein tüchtiges Kanarienvögelchen gegen grossen Lärm geltend zu machen.

Das Heraushören kann in solchen Fällen nicht etwa aus der blossen Gewöhnung, auf die Höhe zu achten, erklärt werden. Denn diese Gewohnheit selbst gründet in der Praxis, die Melodie in die Höhe zu legen, und diese wieder hauptsächlich gerade in dem genannten Umstande. Je mehr die harmonische Musik sich entwickelte, um so mehr trat diese Notwendigkeit der Höherlegung hervor. Im Altertum lag die dürftige Instrumentalbegleitung nach WESTPHAL über der Singstimme. Der Cantus firmus des Mittelalters lag, als die Mehrstimmigkeit im 12. Jahrhundert aufkam, ebenfalls zunächst unter der oder den

hinzugesetzten Stimmen[1]), dann zwischen denselben (Tenor von Cantum tenere). Jetzt geschieht es nur eines besonderen Effectes halber, wenn die Melodie in die Mitte oder nach unten verlegt wird. Bei Bassgesängen, wo die Begleitung notwendig zum Teil höher liegen muss, pflegt diese selbst weniger continuirlich zu sein, um besonders an den accentuirten Stellen die Stimme nicht zuzudecken.
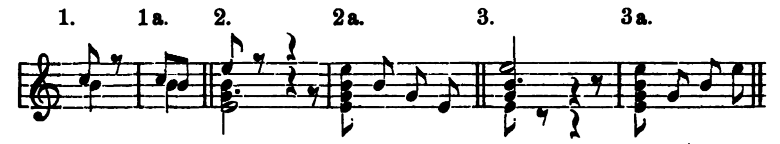
Ausser der Lage wären wieder die absoluten Stärken zu variiren, die Zuverlässigkeitswerte bei der genannten Fragestellung zu ermitteln und mit der Weber'schen Formel zu vergleichen.

Wenn mehr als zwei Töne zusammenklingen und unterschieden werden, so könnten auch die Stärkedistanzen verglichen werden, wie bei aufeinanderfolgenden Tönen; und dies würde sogar, wie dort, die directeste Methode für die Prüfung des Fechner'schen Gesetzes sein.

2. Verändert sich die Stärke eines objectiv gleichbleibenden Tones, wenn er mit anderen zusammen gehört wird?

Hierüber lassen sich einige Beobachtungen anführen, welche meiner Meinung nach dartun, dass der Ton im isolirten Zustande stärker erscheint.

Mach erwähnt[2]), dass in folgenden Beispielen:
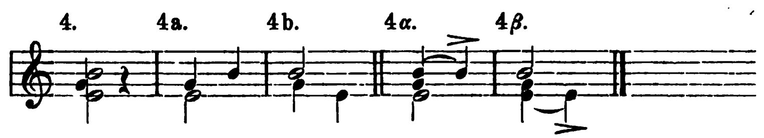


1 wie 1a klingt, 2 wie 2a, 3 wie 3a; und führt dies darauf zurück, dass die Aufmerksamkeit sich accommodire und zwar

[1]) „Discantare est supra tenorem vel tenores voces alias simul cum illis proferre voces illis concordantes." Autor bei Coussemaker Scriptores de musica medii aevi II 387.

[2]) Sitz.-Ber. der Wiener Akad. 1865, S. 202 („Bemerkungen über die Accommodation des Ohres"). Einleitung in die Helmholtz'sche Musiktheorie 1867 S. 24 f. Beiträge zur Analyse der Empfindungen 1886 S. 126. Das Beispiel 4 nur in der zweiten unter diesen Publicationen.

allemal demjenigen Ton sich zuwende, der der losgelassenen Taste zunächst liegt. Derselbe erklinge dadurch mit einer Deutlichkeit, als wenn er direct angeschlagen wäre. Doch trete die Verstärkung des Tones merklich **nach** dem Loslassen der Taste ein. Bezüglich des Beispieles 4



sagt Mach, dass es auf die willkürliche Leitung der Aufmerksamkeit ankomme. Jenachdem man den höheren oder den tieferen Klang unter den beiden übrigbleibenden zu beachten strebe, klinge es wie 4a oder wie 4b.

Diese Beobachtungen werden Jedem gelingen. Am Clavier benützt man am Besten tiefere Töne (der grossen oder kleinen Octave), weil sie länger fortklingen. Man kann dann mit je zwei Tönen die Beobachtung machen, dass das Aufhören des einen den anderen ein wenig verstärkt, besonders, wie mir scheint, das Aufhören des tieferen den höheren[1]). Die Mach-

[1]) Octaven und Duodecimen sind jedoch aus einem besonderen Grunde hier nicht beweiskräftig, obgleich gerade bei der Octave die Verstärkung des höheren Tones während der Pausen des tieferen besonders auffallend ist. Es wird nämlich durch das Anschlagen des tieferen Tones hier der höhere jedesmal schon **physikalisch** (durch Mitklingen) verstärkt, was auch nachwirkt, wenn die tiefere Taste sogleich wieder losgelassen wird.

Man kann auf solche Art auch den ersten gemeinsamen Oberton zweier Töne momentan bedeutend verstärken, indem man die eine der beiden Tasten abwechselnd anschlägt und wieder loslässt. In den Pausen tritt der Oberton immer ungewöhnlich stark hervor, z. B. bei *C* und *G* das *g*. Auch diese Beobachtung, die mich zuerst in Verwunderung setzte, bis ich die einfache Erklärung fand, hat bereits Mach beschrieben und richtig gedeutet (Einleitung 30). Man braucht den einen Ton nicht einmal wirklich erklingen zu lassen, sondern nur die Taste niederzuhalten, sodass die Saite schwingungsfähig wird: der Oberton tritt dann gleichwol in den Pausen des anderen Tones, während also **keiner** der beiden Primärtöne klingt, hervor.

Man sieht hieraus, auf wievielerlei Umstände bei solchen Intensitätsversuchen zu achten ist.

schen Notirungen unter 2a, 3a, 4a und 4b dürfen übrigens natürlich nicht so verstanden werden, als hörte man die Noten von längerer Dauer nicht, während die anderen hervortreten. MACH hat die Schreibweise nur gewählt, um recht deutlich den Eindruck der successiven Verstärkung zu veranschaulichen. Doch liesse sich unbeschadet dieses Zweckes z. B. 4a und 4b wol besser so schreiben wie es in 4α und 4β geschehen ist.

Während ich nun in Bezug auf die Tatsachen MACH vollkommen zustimme, scheint mir seine Auffassung derselben nicht ganz die richtige. Ich meine, dass hier nicht eine Wirkung der Aufmerksamkeit vorliegt, sondern dass vielmehr die Zuwendung der Aufmerksamkeit, wo sie nicht gerade willkürlich oder nicht bereits vorher auf den bezüglichen Ton gerichtet ist, eine Folge der Verstärkung ist, die Verstärkung selbst aber die directe Folge des Hinwegfalles der einen Tonempfindung. Die gleichzeitigen Tonempfindungen oder besser die gleichzeitigen Erregungen des Nervus acusticus tun sich gegenseitig einen Abbruch. Das Mitklingen eines anderen lässt einen Ton nicht in der vollen der Reizstärke sonst entsprechenden Intensität zur Empfindung kommen.

Die Richtigkeit dieser Deutung scheint mir daraus hervorzugehen, dass man die Erscheinung besonders deutlich wahrnimmt, wenn man die Aufmerksamkeit von vornherein auf den nachher übrigbleibenden Ton (bez. bei mehreren übrigbleibenden auf einen derselben) gerichtet hält. Ich bin ja nicht gezwungen, mit der Zuwendung meiner Aufmerksamkeit beispielsweise an den Ton h^1 im Beispiel 2 zu warten, bis e^2 wegfällt. Was also die Aufmerksamkeit etwa an Verstärkung eines Tones leisten kann, kann bezüglich h^1 schon vorher geleistet sein. Dessenungeachtet lässt sich gerade dann der Stärkezuwachs beim Wegfall von e^2 recht deutlich wahrnehmen. Was das Beispiel 4 angeht, so scheint mir auch da eine andere Auslegung richtig. Durch den Wegfall des g^1 werden beide übrigbleibende Töne verstärkt; aber wenn man den einen vorzugsweise beachtet, beachtet man natürlich auch vorzugsweise seine Verstärkung. Es ist ebenso bei 2 und 3.

Zu untersuchen wäre nun weiter, ob diese gegenseitige Schwächung hohe und tiefe Töne in gleichem Masse trifft. Manches scheint dafür zu sprechen, dass tiefere weniger durch höhere benachteiligt werden als umgekehrt (o. 229).

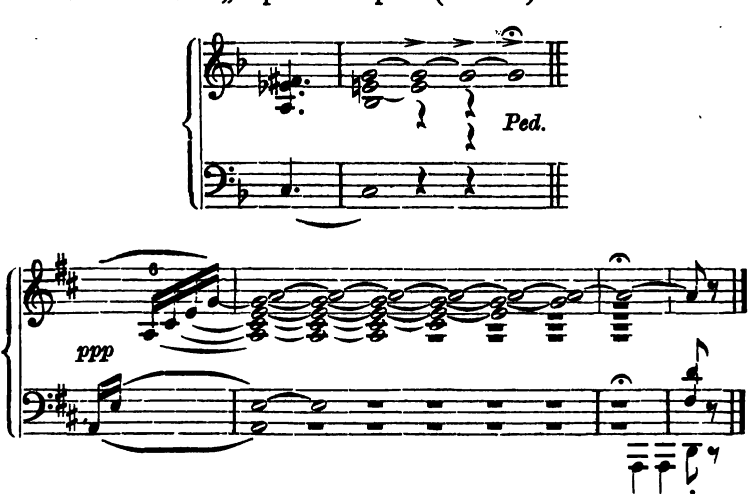
Auch wäre das Stärkeverhältnis zu variiren, und zu fragen, ob dann etwa jeder Ton im geraden oder umgekehrten oder einem sonstigen Verhältnis zu seiner Stärke beeinträchtigt wird. Die erhebliche Schwächung der Obertöne scheint darauf hinzudeuten, dass schwächere mehr leiden als stärkere; obschon auch hier andere Umstände mit in Betracht kommen (o. 231 f.).

Die o. 384 f. erwähnten Versuche, welche beweisen, dass dem Ganzen die Höhe des tieferen Tones zugeschrieben wird, sind auch für diese Fragen lehrreich. Man lasse z. B. eine c^1- und eine f^1-Gabel auf Resonanzkästen zugleich tönen und dämpfe dann eine der beiden. Auch ohne abgestimmte Resonanzkästen kann man zwei frei angeschlagene Gabeln auf Einen Kasten setzen und die eine dann wegnehmen. Besonders beim Wegfall der tieferen Gabel bemerkt man einen Ruck, eine Art von Überschnappen. Dieser Eindruck setzt sich zusammen aus dem veränderten Klanghöhenurteil und aus der Verstärkung des übrigbleibenden Tones. Beim Wegfall der höheren findet nur die Verstärkung statt, aber auch diese, scheint es, in geringerem Masse. Es scheint sich also auch hiebei zu bestätigen, dass der tiefere Ton dem höheren mehr entzieht als umgekehrt.

Aus der Musik ist über regelmässige Verstärkung beim Wegfall und über Schwächung beim Hinzutritt anderer Töne kaum Etwas bekannt. Die Verstärkung und Schwächung sind zu gering, um bemerkt zu werden, wenn die Aufmerksamkeit auf die Melodie, Harmonie, Modulation, kurz auf das musikalisch Wesentlichere gerichtet ist. Auch wird der Stärkeverlust des einzelnen Tons durch den Eindruck grösserer Fülle gewissermassen compensirt, wenngleich diese, wie wir noch genauer zeigen werden, keineswegs mit grösserer Stärke verwechselt werden darf. Endlich ist denkbar, dass gute Spieler und Sänger unwillkürlich durch eine wenig stärkere Tongebung nachhelfen, wenn neue gleichzeitige Töne dazukommen und es in der In-

tention des Stückes liegt, dass ihr Part gleichstark hörbar wie vorher bleiben soll.

Zwei Stellen in SCHUMANN's ersten Clavierwerken bieten indessen musikalische Seitenstücke zu MACH's Versuchen; die erste steht in den „Variationen über den Namen Abegg“ op. 1, die zweite in den „Papillons“ op. 2 (Schluss).



Die Accente im ersten Beispiel hat SCHUMANN so hingeschrieben, obgleich sie der Spieler bei liegenbleibender Taste unmöglich ausführen kann [1]). Aber es kommt durch den Wegfall je eines Tons von selbst eine leichte Verstärkung. Möglich dass SCHUMANN daran gedacht hat. Nur der letzte Accent allerdings hat keinen Sinn für den Hörer und ist, wie Manches in SCHUMANN's übermütigen Jugendwerken, nur für's Auge und für das geistige Ohr des Spielers hingesetzt.

Damit kein Misverständnis platzgreifen kann, sei noch bemerkt, dass Das, was wir als gegenseitige Schwächung von Tönen oder genauer von akustischen Nervenprocessen bezeichnen, ebenso wie die „Verschmelzung“ der Töne nicht als ein Process auf-

[1]) höchstens Einmal durch plötzliche Unterbrechung und Wiederaufhebung des Pedals, das aber hier ausdrücklich erst bei der letzten Note vorgeschrieben ist, wo es für diesen Zweck Nichts mehr nützt.

zufassen ist, dessen Abwickelung noch in der Empfindung irgendwie beobachtet werden könnte, sondern als ein fertig gegebenes Verhältnis. Wir wollen nur die Tatsache aussprechen, dass der nämliche Ton bei unveränderter Reizstärke schwächer empfunden wird, wenn er mit anderen zusammenklingt. Über den physiologischen Hergang der Sache kann man sich einstweilen noch verschiedene Gedanken machen.

Im Gegensatz dazu steht das Zusammenwirken mehrerer akustischer Nervenprocesse benachbarter Fasern zu Einem Ton, wie es ja die Consequenz der Lehre von der Schneckenclaviatur ist (o. 111). Hiebei muss natürlich der Ton um so stärker sein, durch je mehr Nervenfasern die nämliche specifische Energie gleichzeitig ausgelöst wird[1]).

Die obige Behauptung soll sich auch nicht auf den Fall beziehen (den wir weiter unten besonders besprechen), dass zwei gleichzeitige Töne verschiedenen Ohren, dem rechten und linken, angehören.

3. Macht ein Tonganzes einen stärkeren Eindruck als jedes seiner Teile?

Wenn es richtig ist (wie wir dies seit den Erörterungen der §§ 16 und 17 festhalten), dass wir beim Dreiklang drei Töne und nicht einen einzigen einheitlichen Ton hören, so gibt es folgerecht keine Intensität eines Dreiklangs, überhaupt eines Zusammenklanges, sondern nur eine Intensität jedes seiner einzelnen Töne; ebenso wie ein Zusammenklang keine Höhe hat, sondern nur der einzelne Ton. Aber es kann ihm gleichwol in der Auffassung ebenso eine gewisse Stärke wie eine Höhe zugeschrieben werden, und dies sowol im Fall der Analyse wie der Nichtanalyse. Wem der Dreiklang einheitlich erscheint, dem

---

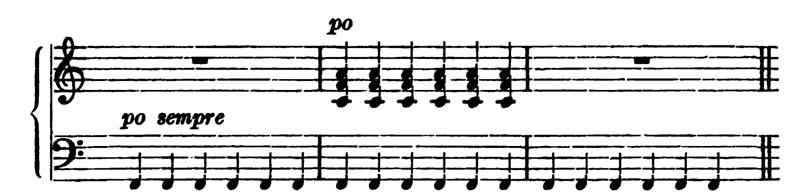
[1]) G. E. Müller verteidigt in seiner Schrift über die sinnliche Aufmerksamkeit (S. 71—77) die These, dass alle gleichzeitigen Empfindungen, ja auch die nicht zur Empfindung kommenden Nervenerregungen, einander Abbruch tun, besonders aber diejenigen, welche gewöhnlich eine gemeinsame physiologische Resultante bilden. Gerade dies Letztere würde ich nicht zugeben, unterlasse aber nicht, die Übereinstimmung im Übrigen hervorzuheben.

scheint er natürlich auch eine einheitliche Stärke zu haben. Aber auch wer ihn zergliedert wahrnimmt, wird zuweilen und in gewissem Sinne von einem stärkeren, schwächeren Zusammenklang reden. Wenn die Teile gleiche Stärke haben, wird diese Stärke als die des Ganzen gelten, bei ungleicher Stärke wird der stärkste Teil als Träger der Klangstärke aufgefasst werden. So nennen wir auch ein Gemälde heller bei Tage als in der Dämmerung, oder heller als ein anderes Gemälde. Wer den Farben überhaupt keine eigentliche Intensität zuerkennen will, mag an die Temperatur eines Vollbades denken. Wenn man hineinsteigt, empfindet man an verschiedenen Körperteilen verschiedene Wärmegrade, je nach dem Gegensatz, in welchem die augenblickliche Eigentemperatur eines jeden zu derjenigen des Wassers steht. Man schätzt trotzdem das eine Bad im Ganzen als wärmer oder kühler gegenüber einem anderen. Ein solches Collectivurteil, wie man's nennen könnte, braucht nicht erst aus einer zergliedernden Gegenüberstellung der Teile hervorzugehen, sondern knüpft sich schon an den ersten Gesammteindruck. Besonders massgebend wird dabei allerdings die Stärke der stärksten Teilempfindung sein. Leichter und bestimmter tritt natürlich das Urteil ein, wenn die übrigen Umstände in zwei zu vergleichenden Fällen möglichst unverändert bleiben (die Qualität der Farben und ihre Verteilung auf der Fläche, die Höhe und Anzahl der Töne eines Zusammenklangs); doch ist auch bei einer Veränderung derselben, wie wir bezüglich der Bilder schon angedeutet haben, eine Stärkevergleichung nicht notwendig ausgeschlossen. Es scheint mir sogar, um dies nebenbei zu bemerken, dass man unter Umständen die Intensität eines Empfindungsganzen, welches aus Empfindungen verschiedener Sinne zusammengesetzt ist, gegen die eines anderen ebenfalls zusammengesetzten abschätzt. Man schätzt die Gesammterregung in einem Augenblick grösser oder geringer als in einem anderen.

Wir können daher der oben gestellten Frage von jedem Standpunct aus einen Sinn beilegen und sie dem Versuch unterwerfen. Es wird dieser Versuch und sein Ergebnis gerade ein

neues Mittel zur Prüfung der Principienfrage selbst abgeben, ob mehrere oder ob nur Ein Ton in der Empfindung vorhanden ist. Wenn mehrere, so kann ein Zusammenklang bei genauer Beobachtung nicht stärker geschätzt werden als der stärkste Teil. Wenn dagegen die mehreren objectiven Töne sich subjectiv zu Einer Empfindung vermischen, so muss die Stärke dieses empfundenen Tones mit jedem neuen objectiven Ton wachsen. (Für die Hypothese des Wettstreites würde sich ebenfalls die erstere Consequenz ergeben; daher würde der Versuch zwischen ihr und der Mehrheitsansicht nicht entscheiden.)

Stellen wir den Versuch zunächst so an, dass wir einen Ton isolirt und dann ohne Veränderung seiner Reizstärke mit anderen Tönen zusammen angeben, z. B. auf dem Clavier:



wobei also sorgfältig darauf zu achten ist, dass die Basstaste immer mit gleicher Stärke angeschlagen wird. Ich habe den Fall guten Musikern ebenso wie Nichtmusikern vorgelegt und einstimmig die Antwort erhalten, dass eine eigentliche Verstärkung des Eindrucks nicht stattfinde. Er werde reicher, voller, aber nicht kräftiger. Besonders klar wird dies, wenn man den Eindruck dagegen hält, den wirkliche Verstärkung eines einzelnen Tones macht, wie wenn wir in obigem Beispiel den Discant weglassen und den Bass dafür im 2. Tacte forte angeben. Niemand wird behaupten wollen, dass der 2. Tact dann in Hinsicht der Stärke einen ähnlichen Eindruck macht, wie im vorherigen Fall.

Wir dürfen dieses Sinnesurteil daher unbedenklich als der Wahrheit entsprechend annehmen, das heisst: Das Hinzukommen anderer, selbst einer grossen Zahl anderer,

Töne bedingt keine Verstärkung des Empfindungsganzen.

Nach dem Vorangehenden (2.) müssen wir sogar für den Basston eine geringe Abschwächung beim Hinzutritt der übrigen erwarten, und man wird sie bei genauem Hinhören auf diesen einzelnen Ton auch bemerken. Aber das Ganze wird nicht geradezu als schwächer beurteilt im zweiten gegenüber dem ersten Tacte, da die Aufmerksamkeit hiebei voraussetzungsgemäss eben nicht auf den Bass concentrirt bleiben, sondern auf das Ganze als solches gerichtet werden soll, mag es analysirt oder unanalysirt wahrgenommen werden. In Folge dessen entgeht uns die geringe Abschwächung.

Wegen der Wichtigkeit der Sache will ich im Folgenden einige Einwendungen besprechen, die vielleicht noch gegen unsre Behauptung gerichtet werden und Manchen verhindern könnten, derselben sogleich beizustimmen. Man wird erstlich sagen, ein Orchester klinge doch stärker als ein einzelnes Instrument. Zweitens, wenn sechs Instrumente bald in verschiedenen Tönen, bald im Unisono spielen, so erscheine die Stärke des Gesammteindrucks nicht wesentlich verändert, während sie nach unsrer Behauptung beim Unisono stets erheblich wachsen müsste. Speciell die Hinzufügung der Octave gelte allgemein auch als Verstärkung. Man betrachte es als im Wesentlichen gleich wirksam, wenn zu 50 Sängern 50 andere in der Octave und wenn sie im wirklichen Unisono hinzutreten.

Dass nun kein wesentlicher Unterschied sei, wenn sechs Instrumente gelegentlich während des Stückes auf Einem Ton zusammentreffen, ist einfach unrichtig. Freilich darf man nicht die sechsfache Stärke erwarten; das Fechner'sche Gesetz gibt die Regel.

Beim Hinzutreten der Octave hüte man sich, grössere Fülle oder grössere Schärfe (Helligkeit) mit grösserer Stärke zu verwechseln; was hier besonders nahe liegt, weil Octaven musikalisch gewissermassen als Ein Ton gelten, oft auch wirklich nicht auseinandergehalten werden. Sodann achte man genau darauf, ob nicht der höhere Ton, wenn dieser der hinzukommende ist,

schon an sich stärker ist als der tiefere. Ferner lasse man sich nicht durch den Umstand, dass jetzt mehr Stimmen oder Instrumente zusammenwirken, im Urteil beeinflussen. Wenn man dann in gewissen Fällen gleichwol eine geringe Verstärkung bemerkt, so rührt sie vom Differenzton her, welcher mit dem tieferen Octaventon zusammenfällt, und vom ersten Oberton des tieferen Tones, der mit dem höheren Octaventon zusammenfällt; wodurch denn freilich eine leichte Verstärkung beider, aber nicht durch verschiedene, sondern durch gleiche Töne eintritt. Abgesehen davon aber wird man keine wirkliche Verstärkung bei der „Verdoppelung" in der Octave beobachten, ganz anders als beim Unisono. Gleich oder ähnlich wirksam können beide immerhin unter Umständen sein, nämlich in Hinsicht ihrer ästhetischen Wirkung.

Aus den eben angeführten Umständen erklärt sich u. A. die Verstärkung des höheren wie des tieferen Tones, welche Ohm's Freund (o. 240—1) bei Octaven auf der Violine beobachtete, und zugleich begreift sich, warum diese Verstärkung bei Unreinheit des Intervalls sowie bei anderen Klangfarben und sonstigen Umständen, die auf Differenz- und Obertöne Einfluss haben, nicht oder nicht in gleichem Masse beobachtet wurde.

Was den Fall des Orchesters betrifft, so ist vor Allem zu bedenken, dass ein Teil der Instrumente Unisono spielen. So muss natürlich grössere Stärke herauskommen als bei Einem Instrument. Ferner schätzt man die Stärke des Gesammteindrucks nach dem stärksten Teil; sodass wiederum natürlicherweise Ein Instrument schwächer erscheint, wenn es nicht gerade selbst dieses stärkste im Ganzen ist. Beseitigt man jegliches Unisono (auch innerhalb Einer Stimme) und vergleicht man dann den Gesammteindruck mit dem des stärksten Instrumentes für sich allein, so zweifle ich nicht, dass man nurmehr einen Unterschied der Fülle, nicht einen der Stärke finden wird. Auch sind die aus der Orchestermusik erinnerlichen Fälle für unsren Zweck vielfach schon darum ungenau, weil die Spieler beim Ensemble und besonders bei polyphonen Stücken leicht stärker spielen als wenn sie allein zu spielen hätten, um ihre

Stimme neben den übrigen zur Geltung zu bringen; ferner weil in der Regel bei zunehmender Stimmenzahl zugleich ein Crescendo in der Tongebung vorgeschrieben oder vorausgesetzt ist, auch wol die hinzukommenden Instrumente an sich stärker sind als die früheren (man beginnt eine Steigerung nicht mit der Posaune, um etwa die Viola als letzten Trumpf dazuzufügen).

Bei Vermehrung von Tönen, die an sich schon stark sind, darf man auch nicht übersehen, dass Nebenwirkungen auf den Tastsinn damit verbunden sein können, in denen sich dann allerdings die verschiedenen Töne zu gemeinsamer, also stärkerer Wirkung vereinigen, ohne dass doch die Tonstärke selbst wüchse[1]).

Ich habe in verschiedenen Fällen bei guten Aufführungen besonders auch auf diesen Fragepunct geachtet. Was die Octaven betrifft, so gebraucht z. B. MENDELSSOHN in der *A*-moll-Symphonie (Orig.-Part. BREITKOPF 149 f.) Verdreifachung in der Octave beim Piano. In BRAHMS' Requiem II. Satz beginnt das ganze Orchester *po* und verbleibt dabei längere Zeit mitsammt dem Chor. Der Eindruck hat nicht die mindeste Verwandtschaft mit dem einer einzigen Trompete im Forte. Und wenn dann wirklich das Forte eintritt („Denn alles Fleisch"), so ist es mir vollkommen deutlich, dass die Posaune die nämliche Stärke hat, wie das Ganze, innerhalb dessen ich sie höre, und dass dieses Ganze nicht stärker ist als wenn ich die Posaune allein hörte. Aber es begreift sich leicht, dass das Ganze für Jemand, der es nicht analysirt, beim Hinzutritt der

---

[1]) Nebenbei bemerkt, darf man auch schon physikalisch die Amplitude einer aus zwei Sinuswellen von ungleicher Länge zusammengesetzten Welle nicht etwa gleich der Summe der einzelnen Amplituden setzen. Sie ist stets kleiner als diese Summe und weicht bei gleicher Amplitude der Primärwellen um so mehr von der Summe ab, je mehr die Wellenlängen von einander abweichen. Eine allgemeine Formel dafür besitzen wir nicht. Für den Fall der Octave habe ich durch Annäherung (Aufsuchung des Punctes der Abscisse, für welchen $\cos t = -2 \cos 2t$, von beiden Seiten her) ausgerechnet, dass, wenn beide einfache Wellen die gleiche Amplitude 1 haben, die Amplitude der zusammengesetzten Welle 1,7601725... beträgt und zwischen 53° 37′ 29¼ und ⅓″ liegt.

Posaune stärker zu werden scheint. Bei einer Aufführung der 9. Symphonie Beethoven's im Leipziger Gewandhaus bemerkte ich Seite 20—22 der Partitur (Peters) nur in dem Moment eine geringe Verstärkung, wo die Basshörner und die beiden Fagotte dazutreten, was teils ihre an sich grössere Stärke, teils der Umstand bewirkt, dass einer der Töne schon vertreten ist (*a* im Cello). Analog S. 68 f., S. 81. Auch Mendelssohn's Ouverture zum Sommernachtstraum ist hier wieder lehrreich. (Ich citire dieses geniale Werk mit Vorliebe; es ist auch in rein akustischer Hinsicht eine wahre Fundgrube.) Zu den anfänglichen zwei Flöten treten Oboen und andere Instrumente, ohne dass das Piano wesentlich alterirt würde. Was etwa an Stärke hinzukommt, stammt wieder von der grösseren Schallkraft der neuen Instrumente (Fagotte, Hörner) auch schon im isolirten Zustand. Doch ich fürchte, Sachverständigen Trivialitäten zu sagen.

Für Diese sind gerade Ausnahmefälle interessanter. So könnte man sogleich Stellen wie den Anfang des Hochzeitsmarsches in demselben Werke entgegenhalten, wo zuerst drei Trompeten unisono, dann nur zwei unisono, eine aber in der Terz, dann alle drei in verschiedenen Tönen (Dreiklang) blasen. Man müsste erwarten, dass nach unseren Principien der Gesammteindruck hier zuerst am stärksten, zuletzt am schwächsten wäre, während entschieden eine Steigerung bemerkbar und auch beabsichtigt ist. Indessen eine gewisse, wenn auch nicht intensive, Steigerung liegt schon in der Vermehrung der Stimmenzahl und in der aufsteigenden Dreiklangsmelodie. Ausserdem blasen vielleicht die Trompeter unwillkürlich entsprechend stärker. Aber ich könnte mir auch denken, dass Mendelssohn, der sich gut auf dynamische Effecte verstand, geradezu die leichte Tonschwächung, die doch wegen der sonstigen Steigerungen nicht bemerkt wird, benützt, um dann das gesammte Orchester mit der brillanten Dissonanz um so mächtiger auf's Ohr fallen zu lassen. Bei der Wiederholung, wo dieser Effect ja nicht mehr so vollwirksam sein kann, hat er ein Crescendo für die Trompeten hingeschrieben.

Ich will hier noch einen Fall anschliessen, wo selbst ein guter Akustiker Verstärkung behauptete. Der Prager Orgelbauer Schiffner

zeigte mir eine Pfeifenreihe, welche das *C* mit seinen Obertönen bis zum 7. Teilton einschliesslich gab und durch gemeinschaftliches Gebläse zum Tönen gebracht werden konnte. Ihm schien nun hiebei das *C* stärker zu werden als beim isolirten Ertönen, mir hingegen schwächer. Es dürfte in der Tat schon physikalisch schwächer geworden sein, da sich der Wind auf die vielen Pfeifen verteilen musste, abgesehen von der physiologischen Schwächung, die wir behaupten. Aber Schiffner hatte sich förmlich daran gewöhnt, den Klang als Einheit aufzufassen, weil er sich den Apparat zu Versuchen über Orgelmixturen gebaut hatte. So fasste er das Ganze als *C* von schärferer Klangfarbe und mochte es um der grösseren Schärfe willen stärker taxiren.

Der Fall war mir auch darum interessant, weil er ausnahmsweise sich jener älteren Helmholtz'schen Theorie der Analyse fügt, wonach fortschreitende Erfahrung in Klangwahrnehmungen immer grössere Schwierigkeit des Analysirens bedingen müsste (o. 71). Aber hier war eben eine besondere Intention des Hörenden massgebend.

Vielleicht wird uns auch entgegengehalten, dass es hienach beim Rufen Nichts helfen würde, gleichzeitig zu Zweien oder Dreien zu rufen, ausser wenn man genau in der gleichen Tonhöhe riefe. Aber das ist auch nicht für alle Fälle ausgemacht. Wo es hilft, beruht dies vielleicht darauf, dass verschieden hohe Töne sich ungleich fortpflanzen und so die Chancen für den Hörer vermehrt werden (I 208). Auch kann die Aufmerksamkeit des Hörers einmal leichter durch höhere, ein anderesmal durch tiefere Töne erregt werden, je nach der augenblicklichen zufälligen Richtung der Aufmerksamkeit; und so wird auch darum die Vereinigung vorteilhaft sein.

4. Dieselben Fragen bei Verteilung der Töne an beide Ohren.

Wir setzten bisher voraus, dass die mehreren Töne entweder nur von Einem Ohr oder gleichmässig von beiden zugleich gehört werden. Es können aber die nämlichen Fragen — „Bei welcher Stärkedifferenz scheinen die Töne noch gleich stark? Bei welcher wird der stärkere als solcher erkannt? Scheint

sich die Stärke eines Tons durch einen hinzutretenden zu verändern? Scheint das Ganze stärker als jeder Teil?" — auch für den besonderen Fall untersucht werden, dass von zwei Tonempfindungen die eine dem rechten, die andere dem linken Ohr angehört.

Abgesehen jedoch von ohrenärztlichen Erfahrungen, sowie von solchen über minimale Eindrücke, über welche beiden wir in besonderen Nummern berichten, gibt vorläufig nur die letzte der genannten Fragen hier noch Stoff zur Discussion.

Wenn ich zwei Stimmgabeln mittlerer Region von ungleicher Tonhöhe aber gleicher Tonstärke rechts und links verteile, sodann eine derselben entferne, so bemerke ich auch hier keine eigentliche Schwächung des Gesammteindrucks. Aber der Doppeleindruck ist hier nicht blos qualitativ reicher, voller, sondern auch räumlich; und so kann noch leichter die Täuschung entstehen, als wäre er stärker. Es ist ähnlich, wie wenn ich die eine Hand in wärmeres, die andere in kälteres Wasser tauche und dann eine Hand herausziehe; ich habe ein Mehr und ein Weniger von Temperaturempfindungen, aber nicht eine stärkere und eine schwächere.

Selbst im Falle der Nichtanalyse scheint es mir nicht anders zu stehen. Dieser Fall ist in der einfachsten Weise bei gesunden Menschen fortwährend dadurch verwirklicht, dass sie einen und denselben objectiven Ton doppelohrig hören. Wir sind o. 326 f. zu der Ansicht gekommen, dass wenigstens von Solchen, deren Ohren denselben Ton bei successiver Einwirkung merklich ungleich hören, auch bei gleichzeitiger Einwirkung nicht Ein sondern zwei sogar qualitativ verschiedene Töne gehört werden, obgleich dann der Unterschied und die Zweiheit nicht bemerkt wird. Selbst solche Psychologen, die die Möglichkeit eines gleichzeitigen Bestehens mehrerer Tonempfindungen sonst leugnen, pflegen für den Fall der localen Trennung die Zweiheit anzunehmen. Auch sie müssten daher für diesen Fall theoretisch keine Verstärkung erwarten. Dennoch wird man gerade hier nach den Erinnerungen des Lebens zunächst ge-

neigt sein zu sagen: Wir hören mit zwei Ohren besser als mit Einem.

Genauer zugesehen, muss man aber auch hier Mancherlei auseinanderhalten. Vor Allem ist die grössere Leichtigkeit der objectiven Orientirung über Beschaffenheit und Richtung einer Schallwelle, die wir ja auch mit Recht als „besseres Hören“ bezeichnen, nicht identisch mit grösserer Intensität des Eindruckes und hängt auch nicht etwa blos von dieser ab. Der einseitig Taube oder ein Ohr Zuhaltende muss, um das Maximum der Schallstärke von einer festliegenden Schallquelle zu erhalten, seinen Kopf in den meisten Fällen ausgiebiger herumdrehen. Er „hat es schwerer“. Dies gilt für jede Art von Orientirung (über lautliche Nuancen, über den Sinn einer Rede u. s. f.), besonders aber für die räumliche.

Sodann kommt wieder das doppelte subjective Raummoment p und q (o. 52 f.) in Betracht, welches auch im Fall der Nichtanalyse dem Empfindungsganzen einen s. z. s. umfangreicheren Charakter gibt.

Endlich ist zu beachten, dass die Versuche, durch welche man die Sache leicht zu entscheiden denkt, in Wahrheit nur unter ausgesuchten Vorsichtsmassregeln rein durchzuführen sind. Verteilt man zwei Gabeln rechts und links, so verbreiten sich die Schallwellen bei einiger Stärke des Anschlages nicht unbeträchtlich durch den Kopf[1]). Wir erhalten dann bei objectiv gleicher Tonhöhe im rechten Ohr einen Hauptreiz a plus einem von links herüber kommenden Nebenreiz α, links analog ein $a_1 + \alpha_1$. Gleiche Reize im gleichen Ohr verstärken sich natürlich. Dagegen bei blos einseitiger, z. B. rechtsseitiger Einwirkung einer ebenso stark angeschlagenen Gabel erhalten wir nur a rechts und α_1 links, welch' letzteres aber nach unserer Voraussetzung die dem a entsprechende Empfindung nicht

[1]) Bei starker und langer Einwirkung einer Stimmgabel auf das Eine Ohr habe ich regelmässig sogar eine Nachempfindung im anderen Ohr, welche eine ganze Minute lang andauern kann. Es ist damit zugleich ein eigentümliches Gefühl im Kopf und Ohr verbunden, welches offenbar ebenfalls von den Nachschwingungen herrührt.

verstärken kann. Die doppelseitige Einwirkung wird also in diesem Fall zu etwas stärkerer Empfindung führen, aber nicht wegen einer centralen Verbindung der beiderseitigen Erregungsstärken, sondern wegen Intensitätserhöhung auf jeder Seite.

Man muss daher schwache, wenn auch nicht gerade minimale Reizstärke wählen. Und hier scheint mir in der Tat nicht eine Verstärkung sondern höchstens eine Art von Verbreiterung des Eindrucks bemerkbar.

Bei der gewöhnlichsten Versuchsweise: eine einheitliche Schallquelle auf beide Ohren gleichmässig wirken zu lassen, das eine aber abwechselnd zu öffnen und zu sperren, macht sich der aus so vielen Gründen bedauerliche Mangel eines guten Ohrverschlusses geltend. Der beste bleibt immer die Verstopfung mit dem Finger. Aber dann setzt der brummende Muskelton ein und stört die genaue Vergleichung. Auch eine Änderung der Klangfarbe des Gesammteindruckes findet beim Schliessen des einen Ohres statt, die nicht ganz leicht von einer Intensitätsänderung zu unterscheiden ist.

Doch scheint mir folgendes Verfahren auch hier zu einem Urteil zu führen. Wir verstopfen zuerst beide Ohren und horchen auf einen nicht zu schwachen constanten Ton. Im ersten Augenblick hört man nur den tiefen Muskelton, dann tritt der objective deutlich hervor. Wir merken uns den Stärkegrad a, den er zu haben scheint, öffnen dann das eine Ohr und beobachten die nunmehrige Stärke b; dann bei Öffnung auch des anderen Ohres die Stärke c. Man wird b entschieden grösser als a, aber c kaum grösser als b finden. Von a zu b fällt ein Teil der subjectiven Störung hinweg, von b zu c der andere, insoweit sind die Bedingungen annähernd gleich. Von a zu b erfolgt aber wirkliche Verstärkung auf dem geöffneten Ohr durch grössere Reizstärke. Durch den Gegensatz gegen diese wirkliche Verstärkung unter sonst gleichen Umständen wird der Schein der Verstärkung beim zweiten Übergang zerstört. Ist Dies doch nicht ganz der Fall, glaubt Jemand eine geringe Verstärkung unleugbar zu erkennen, so dürfte

sich dies Wenige hinreichend durch die Knochenleitung erklären[1]).

Endlich ist wol auch folgende einfache Erfahrung ein Zeichen, dass keine irgend erhebliche Verstärkung beim zweiohrigen Hören stattfindet. Wenn wir einen Schall, besonders einen schwachen, recht gut hören wollen, wenden wir der Schallquelle nicht das Gesicht, sondern eines der Ohren zu. Bei feinen Unterscheidungen von Tonhöhen und beim Horchen auf Obertöne und Combinationstöne hat Dies besondere, schon erwähnte Gründe. Aber bei sonstigen Tonbeobachtungen und beim Horchen auf Geräusche fallen diese Motive hinweg. Wenn nun beide Ohren (bez. ihre Centra) sich verstärkten, so würden wir durch Hinwendung des Einen Ohres zur Schallquelle den Ton zwar für dieses Ohr stärken, für das andere aber schwächen, und für das Ganze der Empfindung schwerlich einen Vorteil erzielen. Dass wir dennoch unwillkürlich ein Ohr der Schallquelle zuwenden, scheint mir also ein Zeichen, dass die empfindungserzeugenden Nervenprocesse beider Ohren sich nicht verstärken.

Wir setzten bisher ungleiche Höhe rechts und links, mindestens die geringe Ungleichheit, wie sie durch die gewöhnliche Differenz der Ohren bedingt wird, voraus. Wenn nun aber selbst diese durch Darbietung entsprechender (in umgekehrter Richtung verschiedener) Gabeln künstlich getilgt wird, sodass bei abwechselndem Hören des rechten und linken Tones kein Unterschied mehr erkennbar ist: findet nicht wenigstens dann eine gegenseitige Verstärkung statt?

Wenn wir die nämlichen Vorsichten anwenden, besonders also nicht zu grosse absolute und genau gleiche relative Stärke,

---

[1]) Ein Physiker sagte mir, dass er den Schall einer Pfeife beim Verschluss eines Ohres sogar stärker wahrnehme als wenn beide Ohren offen sind, und führte Dies auf die durch das Zuhalten geänderten subjectiven Resonanzverhältnisse zurück.

Natürlich kommt bei diesen Versuchen auch die Ungleichheit in der Hörschärfe des rechten und linken Ohres in Betracht, die bei manchen Personen erheblich sein kann, ohne dass sie etwas davon wissen. Von solchen Fällen muss auch für die Beweiskraft der im Text folgenden Erfahrung abgesehen werden.

so scheint mir der Erfolg auch hier kaum ein anderer. Eine Veränderung wird natürlich wahrgenommen, aber, soviel mir scheint, nicht eine Verstärkung. Das Urteil stellt sich nicht ganz leicht fest. Schon daraus geht aber hervor, dass, wenn überhaupt eine Verstärkung stattfindet, sie nur äusserst gering sein kann.

Der Mangel einer Verstärkung würde darauf hinweisen, dass auch in diesem Falle zwei Empfindungen vorliegen. Dagegen würde ich nicht umgekehrt aus der Zweiheit der Empfindungen, wenn wir sie aus anderen Gründen annehmen müssen, auf die Unmöglichkeit einer Verstärkung schliessen. Man kann über die Wechselwirkung centraler Erregungen Nichts apriori sagen, Alles nur nach besonderen Erfahrungen.

Soviel steht jedenfalls nach der Beobachtung fest, dass zwei Töne rechts und links, mögen sie gleich oder ungleich sein, sich wenigstens nicht gegenseitig schwächen; wie dies bei mehreren Empfindungen Eines Ohres der Fall ist. Deswegen müssen zwei ungleich hohe Gabeln, auf ein Ohr wirkend, um ein Weniges schwächer empfunden werden als dieselben Gabeln, wenn wir sie mit gleicher Empfindungsstärke an beide Ohren verteilen. Aber dieser Versuch ist wieder äusserst schwer genau auszuführen. —

A. J. Docq behauptet in einer Specialuntersuchung über das Zusammenwirken beider Ohren[1]) nicht blos eine Verstärkung, sondern glaubt dieselbe gemessen und für seine Ohren und die seines Assistenten etwa = 2,7 gefunden zu haben. Er gibt jedoch selbst zu (S. 20, 35—6), dass der unmittelbare Eindruck des Bewusstseins diesem Ergebnis durchaus widerspricht, dass der zweiohrige Ton kaum stärker als der einohrige zu sein scheint. Das was er gemessen habe, sei daher nur die organische (physiologische) Stärke. Aber lässt sich annehmen, dass eine fast dreifache Stärke der physiologischen Erregung sich im Bewusstsein fast gar nicht geltend mache?

---

[1]) Recherches physico-physiologiques sur la Fonction collective des deux Organes de l'Appareil auditif. Mém. cour. de l'Acad. royale de Belgique T. 34 (1870).

In der Tat beruhen Docq's Messungen auf mehreren teils zweifelhaften teils sicher unhaltbaren Voraussetzungen. Er bestimmte die Entfernungen d und D, in welchen eine objectiv unverändert tönende Schallquelle einohrig und zweiohrig gleichstark vernommen wurde. Unter der Voraussetzung, dass die physikalische Schallstärke im umgekehrten Verhältnis des Quadrates der Entfernung abnimmt, war dann zunächst das Verhältnis der physikalischen Stärke, mit welcher der zweiohrig und der einohrig gehörte Schall zum Ohr gelangte, gegeben durch $i : J = D^2 : d^2$. Aber dieses Gesetz ist durch neuere Untersuchungen Vierordt's erschüttert, wonach (wenigstens bei Geräuschen) die Intensität annähernd reciprok der Entfernung wäre. Unter dieser Annahme wird die gefundene Zahl schon auf etwa 1,6 herabgedrückt. Weiter setzt Docq voraus, dass die physiologische Stärke der physikalischen (abgesehen von den Grenzen) parallel gehe, was auch bestreitbar und jedenfalls ungenau ist. Endlich wird man nicht beistimmen können, wenn er das Geräusch, welches durch Anpressung des Tragus behufs Ohrverschliessung entsteht, als ein sehr geringes bezeichnet. Vielmehr scheint es mir ungefähr gerade auszureichen, um den Unterschied des zweiohrigen vom einohrigen Hören, welchen die directe Beobachtung zeigt, zu erklären.

5. Gibt es eine Wechselwirkung minimaler akustischer Erregungen?

Was für übermerkliche Eindrücke gilt, gilt nicht notwendig für ebenmerkliche und eben untermerkliche. Wollte man apriori vorgehen, so liessen sich hier teleologische Gründe für eine gegenseitige Verstärkung geltend machen. Der Umfang der noch hörbaren Schallreize würde dadurch erweitert und besonders solche Geräusche, die aus zahlreichen schwächsten Tönen bestehen, noch bei geringerer Intensität als ausserdem wahrnehmbar bleiben. Bei stärkeren Tönen liegt dagegen eine wechselseitige Schwächung im Interesse des Organismus.

Jedenfalls also muss die Frage hier besonders geprüft werden. Aber es ist wieder sehr schwer, den Versuch rein herzustellen. Nimmt man zunächst wieder eine Mehrheit von

Tönen in Einem Ohr (gleichmässige Darbietung derselben an beide Ohren, die für stärkere Töne als dem einseitigen Hören aequivalent betrachtet wurde, wird sich hier von vornherein nicht empfehlen), so muss die Reizstärke äusserst genau regulirt und längere Zeit constant erhalten werden, es müssen ferner zusammenfallende Obertöne sowie Schwebungen zwischen den Grundtönen und zwischen den Obertönen ausgeschlossen werden. Galvanisch erregte Stimmgabeln, die im Octavenverhältnis ständen (auch Quinten der Octaventöne könnten bei höheren Regionen darunter sein), würden wol am Besten diesen Bedingungen genügen. Man müsste jede für sich allein eben unter die Schwelle bringen und dann alle mit diesem Stärkegrad zugleich tönen lassen, um zu ermitteln, ob sie sich über die Schwelle heben. Vielleicht reizt die Untersuchung einmal Solche, die zur Herstellung feinster Experimente nicht blos die Lust sondern auch die Mittel haben. Bisher scheint noch Niemand an die so interessante Frage herangetreten zu sein.

Einen nur vorläufigen Versuch habe ich in Jena (1889) mit den Herren Prof. W. Biedermann und Dr. K. Schäfer gemacht, indem wir Töne eines Zungenapparates telephonisch in ein anderes Zimmer leiteten, wobei sich durch ein eingeschaltetes Rheochord die Stärke leicht reguliren liess. Bei C und c bemerkte ich keine gegenseitige Verstärkung. Mochte C oder c zuerst angegeben werden: das Ganze blieb unwahrnehmbar, wenn jeder Teil es war, und erfuhr keine Verstärkung, wenn der zuerst angegebene Ton eben wahrnehmbar war. Bei $C c c^1 g^1$ bemerkte ich, als die Töne in dieser Folge zu einander gefügt wurden, erst den letzten, g^1, und zwar ihn allein. Er war eben für sich allein schon entweder objectiv stärker (da die Zungen nicht genau gleich stark schwingen) oder im Ohr begünstigt. Übrigens sind bei Zungen Quintenintervalle schon durch Obertonschwebungen dem Versuch gefährlich.

Vielleicht argumentirt nun Einer: jedenfalls finde bei der Combination ebenmerklicher Töne keine gegenseitige Schwächung statt, da sie sich sonst auslöschen müssten, was doch entschieden nicht der Fall sei.

Wir wollen davon absehen, ob dies ganz „entschieden“ ist. Aber auch dann würde der Schluss nicht ohne Weiteres gültig sein. Die Empfindungsstärke kann immerhin noch herabgedrückt werden, sodass jeder der Töne für sich allein, wenn er diese Intensität hätte, unwahrnehmbar wäre. Aber es ist denkbar und nach sonstigen Erfahrungen nicht einmal unwahrscheinlich, dass mehrere Empfindungen Eines Sinnes, deren jede für sich allein eben nicht mehr bemerkt wird, bei gleichzeitigem Auftreten wahrnehmbar werden, ohne irgend an Stärke zu gewinnen; indem eben Mehreres an und für sich leichter wahrgenommen würde als Eines. Das eben nicht mehr Bemerkte liegt ja zunächst noch nicht unter der Empfindungsschwelle, sondern nur unter der Wahrnehmungsschwelle, und es ist keineswegs gesagt, dass die Wahrnehmungsschwelle, wie sie für isolirte Eindrücke ermittelt ist, dieselbe sein muss wie die für gleichzeitig verbundene.

Es bliebe daher immer noch denkbar, dass auch schwächste akustische Nervenerregungen sich gegenseitig nicht blos nicht verstärken sondern geradezu noch weiter schwächen. Was für die Wahrnehmbarkeit der Töne dadurch verloren ginge, könnte durch die Vermehrung wieder gewonnen werden. Die Empfindungen würden schwächer und doch nicht weniger merklich werden.

Dieselbe Frage kann nun auch wieder bezüglich der Töne des rechten und linken Ohres untersucht werden, und hier liegen auch bereits Versuche und bestimmte Behauptungen vor. TARCHANOW[1]) leitete einen Schall telephonisch an seine beiden Ohren und schwächte ihn so ab, dass er mit jedem Ohr kaum oder gar nicht mehr hörbar war. Er erhielt dann doppelohrig einen deutlichen, wenn auch schwachen, Ton, und zwar in der verticalen Mittelebene des Kopfes localisirt. PREYER[2]) bestätigte diese Beobachtungen und schloss daraus mit TARCHANOW, dass eine „centrale Summation der subliminalen monotischen

[1]) Petersburger medicinische Wochenschrift 1878 Nr. 43.

[2]) Sitz.-Ber. d. Jenaischen Gesellsch. f. Medicin u. Naturwiss. 1879.

Erregungen stattfinde", das heisst, dass die unter der Schwelle befindlichen Erregungen des einen und anderen Ohres sich im Gehirn verstärken. Dr. KÖRTING[1]) fand dann an 283 Personen nach dieser Methode die grössere Feinheit des zweiohrigen Hörens und an 267 unter diesen Personen auch die Verlegung in die Schädelmitte.

Ich war bemüht, bei meinen akustischen Studien im Jenenser physiologischen Institut sowie auch bei Herrn Prof. KESSEL daselbst, welcher sehr gute Telephone und Vorrichtungen zur Regulirung der Stromstärke besitzt, diese Beobachtungen zu wiederholen. Aber während sich die Angaben über die Localisation bei übermerklichen Eindrücken leicht und deutlich bestätigten, wollte es weder mir noch drei wolgeschulten Mitbeobachtern gelingen, uns davon zu überzeugen, dass eben nicht mehr wahrnehmbare Schalleindrücke beider Ohren durch ihre Vereinigung über die Schwelle gehoben würden. Es sind ja diese Versuche ohnedies äusserst heikler Natur, da der genaue Punct des Verschwindens schwer zu finden und auch wirklichen Schwankungen ausgesetzt ist. Jedesmal aber, wenn wir zweiohrig etwas vorher Unhörbares zu hören glaubten, zeigte sich bei Wegnahme des einen Telephons, dass es doch auch schon einohrig hörbar war. Hatten wir den Ton des Stromunterbrechers, welcher als Hörobject benützt wurde (*fis*^{1} bei KESSEL) für beide Ohren definitiv und unzweifelhaft unter die Schwelle gebracht, so vernahmen wir auch zweiohrig Nichts mehr.

Aber auch wenn TARCHANOW's und PREYER's Angaben in dieser Hinsicht sich bestätigten, so würde ich daraus noch nicht ohne Weiteres auf eine gegenseitige Verstärkung schliessen, aus ähnlichen Gründen wie oben. Hier kommen auch noch die quasi-räumlichen Momente p und q hinzu, wir haben statt pa oder qa jetzt pa + qa in der Empfindung, und für dieses Empfindungsganze braucht die Schwelle des Wahrnehmens nicht dieselbe zu sein wie für jeden seiner Teile.

[1]) Ebendaselbst.

6. Ohrenärztliche Beobachtungen.

Mancherlei zum Teil recht seltsame Berichte über die vorher besprochenen Fragepuncte liegen von Seiten der Ohrenärzte vor. Da sie hauptsächlich, wenn auch nicht durchgängig, pathologische Fälle betreffen, und teilweise auf besondere Ursachen zurückzuführen, teilweise überhaupt noch nicht zu erklären sind, stellen wir sie unter besondere Rubrik. Bei einigen darunter nötigen uns die vorigen Betrachtungen allerdings auch zu Zweifeln über das Tatsächliche oder über die Auslegung desselben durch den Berichterstatter.

Es werden sowol gegenseitige Verstärkungen als Schwächungen von Tönen oder Geräuschen erwähnt und beiderlei Einflüsse wiederum sowol innerhalb Eines Ohres als von Ohr zu Ohr. Wir wollen mit diesen kurzen Bezeichnungen nicht sogleich die Behauptung aussprechen, dass die Wirkungen in allen zu erwähnenden Fällen lediglich in den peripherischen Organen vor sich gehen (obgleich dies für zahlreiche Fälle sehr wahrscheinlich zutrifft); sondern zunächst nur, dass die anzugebenden Beziehungen sich zwischen den Eindrücken finden, die den betreffenden Ohren geboten werden oder die, wenn es sich um subjective Empfindungen handelt, deutlich in denselben localisirt erscheinen.

a) Verstärkung innerhalb Eines Ohres.

Nach Politzer[1]) kann man das Uhrticken, wenn es beiden Ohren unhörbar bleibt, mitunter dadurch zur Wahrnehmung bringen, dass man eine tönende Gabel auf die Kopfknochen aufsetzt. Urbantschitsch gibt an, Gehörzunahme für schwache Schallreize gefunden zu haben, wenn gleichzeitig oder unmittelbar vorher dasselbe Ohr einem anderen Schalleinfluss ausgesetzt war, der doch nicht so stark war, dass er den ersteren unterdrückte[2]). Man kann wol auch die Aussagen von Robert Franz I 415 hieherziehen. Besonders aber die vielfach besprochenen Fälle der sg. Parakusis Willisiana. Willis erzählte (1680) von einer tauben Frau, die

[1]) A. f. O. XVI (1880) 307.

[2]) Über die Wechselwirkung der innerhalb eines Sinnesgebietes gesetzten Erregungen. Pflüg. Arch. Bd. 31 (1883) S. 280 f.

sich mit ihrem Manne unterhalten konnte, wenn der Bediente die Trommel schlug. Ebenso erwähnt FIELITZ einen Knaben, der in einer stark klappernden Mühle sehr gut hören konnte, draussen aber nicht. Ähnliches scheint bei Schwerhörigen nicht selten (beim Eisenbahnfahren u. dgl.) vorzukommen [1]).

Diese Paradoxie, dass ein schwächerer Gehörsreiz durch einen gleichzeitigen stärkeren erst hörbar gemacht wird, löst sich, wie schon ältere Autoren bemerkt haben, nur durch die Annahme, dass durch die kräftige Einwirkung irgend ein Hindernis des Hörens momentan beseitigt wird. Manche verlegen diesen Vorgang in das Labyrinth, Andere mit mehr Wahrscheinlichkeit in das Mittelohr, indem z. B. eine geringe pathologische Unterbrechung der Leitung in den Gehörknöchelchen, etwa eine Trennung des Steigbügels vom Ambos, durch den starken Eindruck gehoben werde (TRÖLTSCH), oder indem bei adhäsiven Mittelohrentzündungen die Starrheit der Knöchelchen-Gelenke momentan beseitigt werde (POLITZER). Dass dagegen eine gesteigerte Perceptionsfähigkeit der akustischen Nerven durch den starken Schall bewirkt werde (URBANTSCHITSCH), dürfte sich schwer mit den sonstigen Tatsachen vereinigen.

Natürlich muss in solchen Fällen der Hilfsschall von der Art sein, dass er, obgleich stärker, doch vom gleichzeitigen schwächeren auch für normales Gehör noch unterscheidbar ist. Denn eine vermehrte Fähigkeit der Analyse anzunehmen, liegt vollends kein Grund vor. Doch ist damit nicht gesagt, dass das Verhältnis der Reizstärken, welche noch gleichzeitig unterscheidbare Eindrücke liefern (die Schwelle, von der o. 220 die Rede war) für Schwerhörige dasselbe sein müsste wie für Normalhörige.

b) Verstärkung von Ohr zu Ohr.

LE ROUX behauptete 1875, dass eine stark tönende Gabel, vor einem Ohr vorbeigeführt, den Ton einer anderen gleichgestimmten, aber wegen Verklingens nicht mehr hörbaren Gabel vor dem an-

---

[1]) Über die älteren Fälle s. GEHLER's Wörterbuch d. Physik, Art. „Gehör" S. 1220. Spätere ähnliche Beobachtungen und Erklärungsversuche in den Lehrbüchern der Ohrenheilkunde (TRÖLTSCH, POLITZER, URBANTSCHITSCH), A. f. O. XXIII 214, Berliner klin. Wochenschr. 1885 No. 27 u. s. f.

deren Ohr plötzlich wieder hörbar machte. Urbantschitsch fand dies bestätigt (a. a. O.). Selbst ein tiefer Ton rechts könne einen hohen links verstärken und umgekehrt. Die Erscheinung sei namentlich bei Schwerhörigen gut zu beobachten, weil hier die Verstärkung nicht augenblicklich, sondern etwas nachher erfolge. Zuweilen allerdings zeige sich auch Herabsetzung der Perceptionsfähigkeit auf diesem Wege, und zwar auch gelegentlich bei demselben Individuum. Auch Preyer fand bei seinen Telephonversuchen (o. 438) den Ton eines Ohres erheblich verstärkt, wenn die andere Telephonplatte dem anderen Ohre genähert wurde.

Ich glaube jedoch auch hier nicht an eine „Steigerung der Perceptionsfähigkeit“. Man könnte wol bei gleichen Tönen an ein Hinüberdringen des stärkeren Tons in Folge der Knochenleitung denken. Aber ich halte die Sache nach eigenen Versuchen — und Jeder kann sie wenigstens mit Stimmgabeln leicht wiederholen — vielmehr nur für eine Urteilstäuschung. Man hat im ersten Moment wol öfters einen solchen Eindruck. Aber bei genauerer Beobachtung wird man finden, dass dabei nur die Stärkezunahme der dem einen Ohr genäherten Hilfsgabel auf das andere Ohr, dem die Aufmerksamkeit des Horchenden zugewandt ist, übertragen wird. Sonst besteht ja das durch normale wie pathologische Erscheinungen reichlich bestätigte Gesetz, dass der Schall (bei Nichtanalyse) auf die Seite des stärkeren Eindruckes verlegt wird. Aber hier ist die Aufmerksamkeit so sehr dem Einen Ohr zugewandt, dessen Ton man beobachten will, dass man momentan die Schallzunahme in diesem selbst wahrzunehmen glaubt. Bei hinreichender Aufmerksamkeit auf den Ort der Tonanschwellung verschwindet diese Täuschung und ist kaum wiederherzustellen.

Urbantschitsch gibt auch an[1]), dass er durch Übung eines Ohres Besserung des anderen erzielt habe. Auf seine Veranlassung hat Eitelberg dieselbe Behandlungsweise vielfach versucht. Er fand in sehr vielen Fällen Besserung, in seltenen Fällen Verschlimmerung; die Besserung jedoch oft nicht sogleich, sondern

[1]) Pflüger's Arch. Bd. 30 (1883) 129 f. „Über den Einfluss von Trigeminusreizen auf Sinnesempfindungen“ (speciell 153).

später. Als Vermittler der Einwirkung denken sich Beide den Trigeminus [1]).

Dies gehört zu dem dunklen Capitel der „Mitübung“, dunkel besonders in Hinsicht Dessen, was davon einer gesteigerten Fähigkeit in der Concentration und Lenkung der Aufmerksamkeit zuzuschreiben ist [2]).

c) Schwächung innerhalb Eines Ohres.

Urbantschitsch gibt an (a. a. O. Bd. 31), dass Ohrenklingen durch akustische Einwirkung auf das betreffende Ohr, namentlich durch tiefe Töne, zeitweilig vermindert werden könne. Lucae verdrängte ebenfalls hohe subjective Töne durch tiefe objective und umgekehrt, wenn auch nur für Stunden, höchstens Tage [3]). Hiebei handelte es sich offenbar nicht um jene allgemeine gegenseitige Schwächung gleichzeitiger Töne Eines Ohres, die in centralen Processen gründet, sondern um die Verminderung eines pathologischen Zustandes im Mittelohr, in welchem die subjectiven Töne wurzelten [4]). Der objective Ton mochte als mechanischer Reiz wirken, wie Lufteintreibung in's Mittelohr oder Anpressung des Tragus. Das Erklärungsprincip wäre also dasselbe wie bei der Parakusis Willisii; wie denn auch Urbantschitsch geltend macht, dass die Verbesserung der objectiven Hörfähigkeit mit der Abnahme der subjectiven Empfindungen gleichen Schritt hält.

d) Schwächung von Ohr zu Ohr.

Das auffallendste Beispiel bietet hier der sg. Transfert, der zuerst von Charcot an Kranken, dann von Rumpf (1879) auch an Gesunden beobachtet wurde: das Herüber- und Hinüberwandern der Empfindlichkeit bei Näherung eines Magneten. Auch Urbantschitsch constatirte Dies in Gemeinschaft mit Rosenthal an

[1]) Z. f. O. XII (1883) 162 f., 258. Gradenigo fand auch bei Galvanisirung des einen Ohres einen Einfluss auf das andere, obwol dieses nicht mit einer Schallempfindung darauf antwortete. Allgem. Wiener medicin. Zeitung 1889 No. 1.

[2]) Vgl. I 81 f.; sowie unten 447.

[3]) Zur Entstehung und Behandlung der subjectiven Gehörsempfindungen. 1884.

[4]) Subjective Töne können allerdings auch im Labyrinth oder gar im Centrum entstehen. Darüber ist noch wenig Bestimmtes zu sagen.

einer einseitig tauben Person[1]). Bei Annäherung des Magneten an das taube Ohr wurde dieses hörfähig, während auf dem bis dahin hörfähigen völlige Taubheit eintrat; und so auch wieder rückwärts. (Gleichzeitig wanderte auch die Gesichts- und Hautempfindlichkeit immer auf dieselbe Seite.) Die hohen Töne wanderten stets zuerst hinüber, die tiefen zuletzt. (Die Farben erstarben in der Reihenfolge von Violett gegen Rot und erwachten in der umgekehrten Reihenfolge.) Dem Transfert der Töne ging immer ein sehr tiefes Brummen in dem bis dahin unempfindlichen Ohr voraus.

Diese Erscheinungen, die auch ohne magnetische Einwirkung beim Hypnotismus vorkommen, sind noch ganz unerklärlich. Aber jedenfalls würde man sie falsch deuten, wenn man sie auf einen Antagonismus der beiderseitigen Empfindungen beziehen wollte, von dem wir sonst keine Spur beobachten können. Es liegt vielmehr sicherlich nur an den besonderen einwirkenden Ursachen, dass sie gleichzeitig auf der einen Seite die Empfindung begünstigen, auf der anderen sie hemmen.

Nach Angabe von Magnus (A. f. O. XVI 283) wird ferner nicht selten beobachtet, dass ein lange Zeit sehr schlecht hörendes Ohr besser hört, wenn das bisher gute durch eine Entzündung schlecht hört. Auch hier also scheinbarer Antagonismus. Aber Magnus vermutet wol mit Recht darin nur eine Wirkung „gespannter Seelentätigkeit, welche einen früher vernachlässigten Eindruck zum Bewusstsein bringt". Also nur ein Antagonismus oder Wechsel in der Richtung der Aufmerksamkeit; vielleicht auch eine geringe Verstärkung in Folge der Aufmerksamkeit. Vgl. I 377 über Beethoven.

Eine eigentümliche „functionelle Synergie" beider Ohren, die auch auf eine gegenseitige Schwächung hinausliefe, behauptete Gellé (A. f. O. XXII 99 Ref.). Wenn man einem Ohr durch einen Gummischlauch einen Gabelton zuführt, das andere Ohr mit einem Gummiballon anbläst, so trete jedesmal eine Schwächung des Tones ein. Gellé meint, dass die Binnenmuskeln sich beiderseits zugleich

[1]) A. f. O. XVI 171 „Beobachtungen über centrale Acusticus-Affectionen".

contrahiren; was ja Analogien beim Auge hätte und für's Ohr direct von STRICKER nach Versuchen behauptet wird[1]. BEZOLD fand jedoch jene Erscheinung nur bei der a^1-Gabel, nicht bei A und nicht bei a^2; und hält es für wahrscheinlich, dass physikalische Ursachen im Apparat Schuld sind. Denn auch wenn der Ballon nur in die Nähe des Ohres gehalten werde, könne man den Gabelton bis zum Verschwinden schwächen (Z. f. O. XVIII 198, 209).

Was POLITZER (Lehrb. [1] I 226) erwähnt: dass bei einseitig Schwerhörigen durch Verschluss des normalen Ohres häufig ein subjectives Geräusch von grösster Intensität im kranken Ohr hervorgebracht werde und beim Öffnen des normalen Ohres wieder verschwinde — könnte auf gleichzeitige reflectorische Muskelcontractionen gedeutet werden. — Wir müssen uns begnügen, durch diese Beispiele die Manichfaltigkeit möglicher indirecter Beziehungen von Ohr zu Ohr erläutert zu haben.

7. Analoge Fragen bei anderen Sinnen.

Vergleichungen des Gehörs mit anderen Wahrnehmungsgebieten ziehen wir, um die Untersuchung sich nicht noch weiter ausbreiten zu lassen, nur an einzelnen Puncten heran, wo es methodisch notwendig oder bei noch wenig ausgebauten Fragen für die Weiterforschung anregend erscheint. Aus dem letzteren Grunde besprechen wir hier noch Einiges, was über die vorher behandelten Fragen für andere Sinne behauptet worden ist.

In einem scherzhaften Aufsatz über das Luftbad bemerkt LICHTENBERG[2], „dass die Kälte nicht zunehme, wenn man sich nackend ausziehe, wenigstens nicht in dem Verhältnis wie man es erwarten sollte". Dagegen hob bekanntlich E. H. WEBER hervor[3], dass eine Flüssigkeit uns wärmer (kälter) erscheint, wenn wir die ganze Hand oder gar den ganzen Körper, als wenn wir blos einen Finger eintauchen. „Es scheinen sich demnach die durch viele

---

[1]) „Pfeift man dem Hunde in's Ohr hinein, so reagirt auch der Tensor tympani des anderen Ohres. Nach Durchschneidung der Medulla oblongata hört diese reflectorische Action auf." Wiener medic. Presse 1886 S. 650.

[2]) Vermischte Schriften V 192.

[3]) WAGNER's Hdw. d. Physiol. III, 2, S. 553.

empfindliche Puncte aufgenommenen Temperatureindrücke im Gehirn, wohin sie fortgepflanzt werden, zu summiren und einen Gesammteindruck hervorzubringen."

Diese anscheinend entgegengesetzten Behauptungen lassen sich doch vereinigen, insofern Weber über das Mass der Verstärkung Nichts aussagt und Lichtenberg nur eine Verstärkung im Verhältnis zur Vergrösserung der empfindlichen Fläche leugnet.

Nun dürfte es wirklich schwer fallen, anzugeben, um wieviel die Wärme- oder Kälteempfindung in solchem Falle zunimmt; und dies nicht blos wegen der Schwierigkeit solcher quantitativen Bestimmungen überhaupt. Diese Schwierigkeit wäre nicht unüberwindlich. Man könnte an sich recht wol ein Urteil darüber gewinnen, ob bei objectiv gleicher Zunahme der empfindlichen Fläche die Intensität der Temperatur um gleichen, grösseren, geringeren Betrag zunimmt (vgl. I 392 f.) Aber es dürfte vielmehr auch hier nur eine scheinbare Verstärkung vorliegen, die natürlich solcher Grössenschätzung nicht zugänglich ist, da sich bei genauerer Betrachtung der Schein eben auflöst. Dieser Schein kann auf ähnliche Weise wie bei den Tonempfindungen entstehen. Es wird Vermehrung der Empfindungen oder grössere räumliche Ausbreitung als Verstärkung gedeutet. Ferner wird die als einheitlich aufgefasste Wärmeempfindung in Bezug auf ihre Intensität nach den empfindlichsten Stellen beurteilt; und da es am Körper Stellen gibt, die für Temperaturen noch empfindlicher sind als die Fingerspitzen, so scheint uns in dem unzergliederten Empfindungsganzen eine Steigerung der Temperatur einzutreten. Endlich findet eine Steigerung des angenehmen oder lästigen Gefühls statt, das an die Empfindung geknüpft ist; und dieses Lust- oder Unlustgefühl, resultirend aus den sämmtlichen gleichzeitigen Temperaturempfindungen, wächst in der Tat auch mit der blossen Ausdehnung des Reizes. Da liegt es denn wiederum nahe, gerade bei Temperaturempfindungen, die von sehr lebhaften Gefühlen begleitet (man möchte sagen durchdrungen) sind, Gefühlssteigerung mit Verstärkung der Empfindung zu verwechseln.

In Handschuhen schwitzend hatte ich oft den Eindruck, als ob durch Ausziehen des einen von beiden eine Abkühlung beider

Hände, ja sogar eine gewisse allgemeine Abkühlung erzielt würde. Wenn dagegen ein Glied kalt, das andere warm ist, wie dies manche Personen öfters an ihren Füssen erleben, so scheint das kältere durch den Gegensatz noch kälter, das wärmere noch wärmer zu werden, also simultaner Contrast stattzufinden. Ich lasse dahingestellt, ob auch hier blosse Täuschung waltet.

Gewiss ist es nicht ausgeschlossen, dass Veränderungen in der Temperatur eines Körperteils durch nervöse Zusammenhänge auch wirkliche Veränderungen in homologen Gliedern, ja sogar in sonstigen Teilen des Körpers hervorrufen; wie wir ja auch von Ohr zu Ohr gewisse, mehr indirecte, Einwirkungen anerkennen müssen. So fanden François-Franck, Brown-Séquard u. A., dass Kältereize auf eine Extremität Gefässcontraction in der anderen bewirken, und nach Istamanoff wird durch ein kaltes Händebad auch die Temperatur des äusseren Gehörganges erniedrigt [1]).

Von Auge zu Auge wird meistens eine leichte Verstärkung der Helligkeit behauptet (von Manchen auch bestritten), wenn man zuerst nur Ein Auge, dann beide öffnet. Dass man den Eindruck erhöhter Helligkeit hat, ist gewiss. Valerius hat das Verhältnis sogar photometrisch zu bestimmen gesucht (wie Docq das beim Hören) und etwa gleich 1 : 1,15 gefunden, vermutet aber wegen nachträglich entdeckter Fehlerquellen einen noch geringeren Wert [2]). Es ist aber auch theoretisch hier eine Verstärkung nur zu erwarten, wenn anders man mit den Nativisten annimmt, dass beide Netzhautgruben zusammen nur Eine Empfindung geben [3]). Ob auch die Angabe von Urbantschitsch (a. a. O. Bd. 31), wonach eine Stunde lang fortgesetzte Sehübungen des rechten Auges eine Steigerung des Sehvermögens im linken Auge bewirkt haben, eine Stei-

---

[1]) Pflüger's Arch. Bd. 38 (1886) 114. Adamkiewicz setzte durch Auflegung von Senfteig auf einen Arm die Empfindlichkeit der symmetrisch gelegenen Stelle des anderen Armes herab (erwähnt bei Heidenhain, Der sg. tierische Magnetismus S. 37; woselbst auch allgemeinere Betrachtungen über solche Zusammenhänge).

[2]) Pogg. Ann. Bd. 150 (1873) 317.

[3]) M. „Psychol. Ursprung der Raumvorstellung“ 247 f.

gerung des Empfindungsvermögens oder nur der Fähigkeit des Fixirens, Aufmerkens, Erkennens bedeutet, muss hier wieder dahingestellt bleiben [1]).

Ferner sind von Auge zu Auge Farbenmischung, Contrast und Nachbilder [2]) behauptet worden; und obgleich auch hierin nicht alle Beobachter übereinstimmen, lassen sich gewiss nicht alle Einflüsse dieser Art in Abrede stellen.

Untersuchungen über den gegenseitigen Einfluss verschiedener Stellen Eines Auges sind mehrfach, und speciell bei minimalen Reizen, angestellt worden. Dabei hat sich immer ergeben, dass bei gleicher Intensität des Reizes die Grösse der Netzhautbilder einen Einfluss hat auf die Merklichkeit, dass durch blosse Vergrösserung ein noch nicht merklicher Reiz merklich werden kann; wenn auch dieser Einfluss mit wachsender Grösse des Feldes rasch abnimmt [3]). Diese Beobachtungen sind jedoch nicht notwendig auf eine gegenseitige Verstärkung zurückzuführen; die Merklichkeit kann erhöht werden ohne Erhöhung der Intensität (bez. Helligkeit), wie oben bezüglich der akustischen Eindrücke betont ist. Dass dagegen in Gestalt des „simultanen Contrastes" ein wirklicher Einfluss der Netzhautstellen auf einander stattfindet, ist seit MACH's und HERING's Versuchen nicht mehr zu bezweifeln.

Veränderung der Stärke einer Empfindung durch eine gleichzeitige andere behauptet endlich URBANTSCHITSCH auch für andere Sinne und zwar im Allgemeinen Steigerung, in einzelnen Fällen auch Herabsetzung; ja selbst Einwirkung eines Sinnes auf einen

---

[1]) In HERMANN's Hdb. II, 2, 350 sagt allerdings EXNER, dass bei ihm sich nicht einmal die Übung im Mikroskopiren vom rechten Auge, mit dem er ausschliesslich zu mikroskopiren gewohnt sei, auf das linke übertragen habe. Es störten ihn bei Anwendung des linken die mouches volantes, der Anblick der eigenen Wimpern u. dgl., wovon er sonst längst abzusehen gelernt habe.

[2]) letztere kürzlich von EBBINGHAUS, PFLÜG. Arch. Bd. 46, S. 498.

[3]) FÖRSTER, Über Hemeralopie 1857 (bei FECHNER, Rev. 159). A. W. VOLKMANN, Physiol. Unt. auf dem Gebiete d. Optik I 60 f. AUBERT, Physiol. der Netzhaut 83, Grundzg. der physiol. Optik 494. EUG. FICK PFLÜGER's Arch. Bd. 17 (1878) 152, Bd. 39 (1886) 18, Bd. 43 (1888) 445. DOBROWOLSKY das. Bd. 35, S. 536.

anderen Sinn[1]). Wir haben an dem Beispiel der Töne gesehen, wie schwer oft bei solchen feinsten Intensitätsfragen Täuschungen zu vermeiden sind, müssen daher den Aussagen, besonders wenn sie von nicht durch und durch geschulten Personen stammen, mit einiger Zurückhaltung gegenüberstehen. Die an letzter Stelle erwähnten rühren ohnedies bereits an das Capitel vom Farbenhören und Tonsehen, worin Viel gesündigt worden ist und worauf wir zweckmässiger erst bei der Discussion der Gefühle eingehen.

Im motorischen Gebiet sind gegenseitige Hemmungen eine bekannte Tatsache. Aber auch Summation in der Reflexwirkung elektrischer Hautreize auf verschiedene Teile, auch von Pfote zu Pfote, wird erwähnt; ebenso eine gewisse Begünstigung des Ablaufes einer Erregung durch eine zweite, welchen Vorgang S. Exner als „Bahnung“ bezeichnet[2]).

§ 27. Schwebungen und darauf bezügliche Urteile.

Die theoretische Bedeutung, welche den Schwebungen teils mit Recht teils mit Unrecht zuerkannt worden ist, die besonderen Schwierigkeiten in der Beurteilung Dessen, was hier eigentlich den Inhalt unsrer Empfindung bildet, die in beiden Umständen wurzelnden zahlreichen neueren Untersuchungen machen eine gesonderte Darstellung notwendig. Doch scheiden wir hier noch alle Fragen ab, die den durch Schwebungen erzeugten Gefühlseindruck, namentlich ihre angebliche Beziehung zum Harmoniegefühl, betreffen; während eine andere Frage, nach ihrer Beziehung zu den Combinationstönen, schon berührt ist. Dessenungeachtet drängt sich hier noch eine grosse Fülle von Fragen, die wir in Gruppen ordnen.

---

[1]) Pflüger's Arch. Bd. 42 (1888) S. 154. Vgl. auch oben 121, Anm. 2.

[2]) Pflüger's Arch. Bd. 28 (1882) 487. Von Summation wird gesprochen, — sagt Exner —, wenn an sich unwirksame Reize zusammen eine merkbare Wirkung auslösen. Der Ausdruck „Bahnung“ dagegen bezieht sich auf den Zustand der Centralteile nach Ablauf eines Reizes, der für sich schon eine motorische Wirkung hervorgerufen hat.

I. Definition, Entstehung und Bedingungen der Merklichkeit von Schwebungen.

1. Wesen und begleitende Erscheinungen.

Zunächst eine Vorbemerkung über den allgemeineren Begriff, dem HELMHOLTZ die Schwebungen unterordnet. Er bringt sie unter den Titel „Störungen des Zusammenklangs“ gemeinschaftlich mit den Combinationstönen. Diese nennt er insofern Störungen des Zusammenklangs, als sie nach ihm dann entstehen, wenn die Superposition der Schwingungen nicht mehr eine ungestörte ist. Nicht also im Zusammenklang als solchem, als empfundenem, macht sich hier eine Störung geltend: hier erscheint jene physische „Störung“ nur als Ergänzung, Bereicherung, als ein dritter Ton neben den zweien. Bei den Schwebungen könnte man von einer physischen Störung nur etwa dann reden, wenn man die gemeinsame Wirkung zweier objectiver Schwingungen auf Ein Teilchen eine Störung nennen wollte. Aber HELMHOLTZ denkt hier vielmehr an eine Störung der Empfindung als solcher (277): „Erst wenn die Schwingungen (der CORTI'schen Bögen) Empfindungen in den Nerven erregen, tritt die Abweichung von dem Gesetze ein, dass je zwei Töne und je zwei Tonempfindungen ungestört nebeneinander bestehen.“

Worin nun auch diese Empfindungsstörung bestehe: soviel ist offenbar, dass Combinationstöne und Schwebungen bei HELMHOLTZ nicht unter einen gemeinsamen Begriff, sondern nur unter einen gemeinsamen Namen gebracht sind. Das eine Mal soll es sich um eine ausschliesslich physische Störung handeln, die psychisch in keiner Weise als Störung zur Erscheinung kommt, das andere Mal um eine Störung der Empfindung.

Fragen wir, worin HELMHOLTZ die Störung des empfundenen Zusammenklangs bei den Schwebungen erblickt, so ist wol kein Zweifel, dass er die Intensitätsschwankungen im Auge hat (eine Schwankung in der Tonhöhe erwähnt er nur nebenbei und erst in den späteren Auflagen). Aber da wir doch im Allgemeinen Intensitätsschwankungen eines qualitativ unveränderten Zusammenklanges, z. B. eines Dreiklanges, nicht als Störungen des Zusammenklanges bezeichnen können, so bezieht sich der

Ausdruck wahrscheinlich genauer auf die Störungen in der Auffassung und in der Annehmlichkeit des Klanges, wie sie speciell bei raschen Intensitätsschwankungen eintreten. Dies sind jedoch wieder nicht Störungen der Empfindung als solcher, des Zusammenklanges als eines Empfindungsinhaltes. Und wieder leuchtet ein, dass von Störung in diesen Bedeutungen bei Combinationstönen nicht die Rede sein kann.

Wir können indessen von dieser nicht ganz glücklichen Verallgemeinerung absehen und uns an den concreten Begriff von Schwebungen halten, der HELMHOLTZ' sonst so vorzüglicher Darstellung zu Grunde liegt, indem wir sagen:

Schwebungen sind regelmässige Intensitätsschwankungen von Tönen, hervorgerufen durch gleichzeitige Einwirkung zweier Tonwellen von verschiedener Wellenzahl[1]).

Als sinnliche Erscheinung sind also Schwebungen ihrem Wesen nach in keiner Weise unterschieden von irgend welchen anderen regelmässigen Intensitätsschwankungen von Tönen, z. B. denen, die durch Interferenz zweier Wellenzüge von gleicher Wellenzahl und nur verschiedener Wellenphase, oder durch blosse Intermittenz eines Tones (mittelst einer vor der Tonquelle rotirenden durchbrochenen Scheibe oder durch einfaches Herumdrehen einer Stimmgabel vor dem Ohr u. s. f.[2])) entstehen. Nur eben die Entstehung ist verschieden; auch natürlich das Tonmaterial in der Empfindung, welches schwebt; nicht aber das Phänomen selbst, das wir Schwebung nennen. Dies hat auch HELMHOLTZ hervorgehoben (266 f.) Halten wir es fest.

Wenn die Schwebungen sehr langsam erfolgen, bemerkt man eine stetige Ab- und Zunahme der Intensität, wie sie

---

[1]) Vgl. HELMHOLTZ 273. Einiges zur Geschichte des Schwebungsbegriffes gibt DE MORGAN, Transact. Cambridge Phil. Soc. 1857 Nov. S. 130, sowie BOSANQUET Philos. Magazine XII (1881) S. 270.

[2]) Auch wenn ich eine ausschwingende c^1-Gabel mit sehr breitem Fuss auf den umgestülpten Tragus setze, wird der Ton intermittirend, rollend. Zugleich höre ich den tiefen Muskelton, und wahrscheinlich bewirkt der Muskeltetanus auch das Intermittiren des Gabeltones.

der stetigen Ab- und Zunahme der objectiven Amplitude entspricht. Erfolgen aber die Schwebungen rascher, so bemerkt man durch Pausen unterbrochene scharf abgegrenzte Schläge oder Stösse. Der Grund dieses Unterschieds muss im Mechanismus des Ohres liegen, ist aber noch nicht hinreichend aufgedeckt[1]). Der Unterschied der Erscheinung selbst fällt noch vollständig in die Grenzen der angegebenen Definition.

Auch wenn wir den Eindruck schneller Schwebungen als ein Rollen, Kollern, Schnattern, Knattern, Schnarren, Rasseln, Schwirren (Rauhigkeit), Zwitschern charakterisiren — lauter Ausdrücke, die man je nach Umständen vollkommen zutreffend finden wird —, so kann man darin den ebenerwähnten Unterschied, der natürlich zahllose Grade zulässt, wiederfinden (z. B. Rollen bezeichnet das Übergangsstadium zwischen den stetigen und den discreten Schwankungen, während die folgenden Ausdrücke sich alle auf das letztere Stadium beziehen); ausserdem aber auch Unterschiede in der Empfindungsstärke der Schwebungsmaxima (z. B. Schwirren und Zwitschern gegenüber dem Knattern). Insoweit hätten wir es also nur mit Modificationen in der Weise des Anschwellens zu tun, mit solchen, die streng unter den eigentlichen Schwebungsbegriff fallen.

Aber ich zweifle, ob hiemit die Beschreibung des Eindruckes erschöpft ist. HELMHOLTZ scheint dieser Meinung zu sein (vgl. 279—286). Er nennt zwar das Knarren eine Art Geräusch, führt es aber auf weiter Nichts als die Schnelligkeit der Stösse zurück (281). Allein es scheint mir, dass in den Fällen stärkerer oder schnellerer Schwebungen noch gewisse Nebenerscheinungen dazutreten. Erstlich äusserst hohe Töne, durch welche sich namentlich das Schwirren und Zwitschern von den in obiger Reihe vorherstehenden Eindrücken unterscheidet. Zweitens und hauptsächlich Geräusche, welche nach meiner Meinung nicht vollständig auf Tonempfindungen oder Modificationen solcher zurückführbar sind. Die Sprache ist hier in hohem Grade onomatopoëtisch, indem sie in obiger

[1]) HENSEN, HERM. Hdb. III, 2, 98.

Reihe von Ausdrücken sowol die Vocale immer heller werden lässt — was dem Hinzutreten immer höherer Töne bei rascheren Schwebungen entspricht —, als auch immer schärfere Consonanten einfügt, durch welche die Art der begleitenden Geräusche mit den unsrer Sprache verfügbaren Lauten am besten nachgeahmt wird. Wie es kommt, dass durch die Veränderung der Schnelligkeit und Stärke von Intensitätsschwankungen tonerzeugender Reize nebenbei jene hohen Töne und diese Geräusche miterzeugt werden, darüber müssen wir auch erst von einer Weiterentwickelung der mechanischen Theorie des inneren Ohres Aufschluss erwarten. Unabhängig von Stärke und Schnelligkeit der Schwebungen scheint aber auch die Höhe der schwebenden Töne Einfluss darauf zu haben. Ein Zwitschern, wie ich es bei dem Doppelgriff $c^2 d^2$ (schwächer auch noch bei $h^1 d^2$) auf der Violine und viel stärker, ja geradezu bösartig, bei Zungen von gleicher Höhe und Tondistanz in den Ohren localisirt vernehme, kommt bei gleicher Anzahl der Schwebungen und beliebiger Stärke in den tieferen Regionen nicht zu Stande. Bei diesem Zwitschern sind nun allerhöchste Töne beteiligt, die wie auf Glas geritzte klingen, ferner Schwebungen der Obertöne von äusserster Schnelligkeit, wie sie eben nur bei hohen Tönen noch merklich sind (s. u.) Aber der Eindruck scheint mir nicht damit erschöpft. Es scheinen noch eigentliche unauflösbare Geräusche dabei zu sein.

Soviel hebt auch Helmholtz hervor (286), dass die gleiche Anzahl von Schwebungen (bei gleicher Stärke der Töne) immer weniger rauh klingt, je tiefer die schwebenden Töne, und dass eine bestimmte Erklärung dafür sich einstweilen nicht geben lasse.

Unter besonderen Umständen, bei sehr starken Schwebungen, hat man wol auch noch eine dritte, gar nicht akustische, Classe begleitender Empfindungen, nämlich Tastempfindungen von der heftigen Bewegung des Trommelfells[1]). Die Ausdrücke

---

[1]) Preyer, Ak. Unt. 33 sagt, dass er dasselbe Gefühl auch bei der tiefsten Stimmgabel habe, deren Pendelschwingungen die stärksten jemals hergestellten und einzeln als Schallstösse hörbar seien (18,6 Schwingungen

„Stösse, Schläge, pulsus, battemens, beats“[1]) für die discreten Schwebungen dürften damit zusammenhängen.

Alle diese Nebenerscheinungen sind übrigens wiederum den Schwebungen im Allgemeinen mit den durch Interferenz oder Intermittenz erzeugten Stärkeschwankungen gemeinsam und können im einzelnen Fall durch solche ganz ebenso hergestellt werden. Man denke nur z. B. an die schrillen Signal-Pfeiftöne, wenn eine Erbse im Pfeifchen liegt: es ist derselbe Eindruck wie wenn wir zwei Pfeifchen von nahe gleicher Tonhöhe combiniren.

Zahlreiche kurze aber treffende Angaben über den verschiedenen Charakter der Schwebungen unter verschiedenen Umständen findet man bei R. König, Pogg. Ann. 157, S. 177 f. in den Tabellen. Das fürchterlichste Schnarren und Schnattern habe ich bei den tiefsten Tönen der Appunn'schen Zungenapparate vernommen, wo noch die Schwebungen der vielen und starken Obertöne mit denen

---

in der Secunde), wenn er das Ohr dicht an die Zinke halte; nicht minder bei tiefsten Combinationstönen.

[1]) Den Ausdruck „pulsus“ gebraucht Mersenne, der wol zuerst der Schwebungen überhaupt Erwähnung tut. „Battements“ ist seit Sauveur (1702) die technische Bezeichnung im Französischen, wie „beats“ im Englischen (vermutlich seit Young, während Robert Smith 1749 sie — ebenfalls sehr anschaulich — „flutterings“ nannte). „Stösse“ ist Scheibler's stehender Ausdruck, dem französischen nachgebildet (von Chladni nur vorübergehend gebraucht, während Dieser „Schwebungen“ als bereits gebräuchlichen Ausdruck hinstellt, Akust. § 37).

Von Interesse ist die besonders drastische Beschreibung Wm. Holder's, der als einer der Ersten den Schwebungen seine Aufmerksamkeit schenkte (1694), nach De Morgan l. c. 131: Man könne Trommel und Pfeife durch die Orgel nachahmen, wenn man zwei benachbarte tiefe Tasten nehme. „Though these of themselves should be exceeding smooth and well voyced Pipes, yet, when struck together, there will be such a Battel in the Air.. such a Clatter and Thumping, that it will be like the beating of a Drum, while a Jigg is played to it with the other hand.“ Er pfiff zu einer Glocke, etwas höher als diese: „its cross Motions were so predominant, that my Breath and Lips were chek'd, that J could not whistle at all. After, J sounded a shrill whistling Pipe, which was out of Tune to te Bell, and their Motions so clashed, that they seemed to sound like switching one another in the Air.“

der Grundtöne zusammenwirken. Vor Lärm ist da kaum noch ein Ton zu hören. (Diese tiefsten Zungen, bis etwa zum *E*, geben aber auch schon Stösse, wenngleich nicht so gewaltige, wenn eine derselben für sich allein in Bewegung gesetzt wird: eine Discontinuität, die nicht oder nur zum geringsten Teile an der Tonregion als solcher, an den physiologischen Bedingungen für tiefste Töne, haftet, da ja Pfeifen und Saiten in der Contraoctave schöne stetige Töne geben, sondern die hauptsächlich in der Schwerbeweglichkeit dieser Zungen und teilweise wol auch in Schwebungen ihres Grundtons mit ihrem ersten Oberton wurzelt.) Ähnliches beim Harmonium.

Flötenpfeifen geben im Allgemeinen mildere Schwebungen als Zungen oder Zungenpfeifen. Als ich eine Flöten- mit einer Zungenpfeife zusammen schweben liess, hörte ich eine doppelte Art von Schwebungen von gleicher Schnelligkeit aber verschiedenem Charakter: in der Nähe der Flötenpfeife waren sie mehr rollend, in der Nähe der Zungenpfeife schärfer stossend. Starke Schwebungen kann man jedoch auch mit Stimmgabeln erzeugen, welche man vor ein und dasselbe Ohr hält und zwar rechtwinklig gegen einander. Man wird übrigens finden, dass solche Versuche immer nach einiger Zeit das Ohr angreifen.

2. Entstehung und Sitz der Schwebungen.

Was über die Entstehung in der Definition selbst gesagt ist, betrifft ebenso wie das Merkmal der Intensitätsschwankung etwas rein Tatsächliches, unmittelbar zu Beobachtendes, das objective Vorhandensein und Zusammenwirken von Tonwellen verschiedener Länge. Des Weiteren pflegt man nach Anleitung der HELMHOLTZ'schen Lehre das Zustandekommen von Schwebungen aus dem Princip des Mitschwingens abzuleiten. Es folgt aus diesem Princip, dass durch eine objectiv einfache Schwingung ein einzelnes abgestimmtes Teilchen, wie wir solche in der Schnecke voraussetzen, am intensivsten zum Mitschwingen angeregt wird, ausserdem aber in abnehmendem Grade auch eine gewisse Anzahl benachbarter Teilchen; dass also zwei Wellenzüge, deren Längendifferenz eine gewisse (empirisch zu bestimmende) Grösse nicht überschreitet, die zwischenliegenden Teilchen gemeinsam erregen müssen. Die resultirende Be-

wegung dieser Teilchen entspricht dann der objectiven Resultante aus beiden Wellenzügen. Es entstehen, da die Wellenphasen abwechselnd in gleichem und entgegengesetztem Sinne zusammentreffen, vermehrte und verminderte Amplituden. Die Zahl der ersteren (Maxima) ist gleich der Differenz der Schwingungszahlen. Da wir nun wirklich Schwebungen von dieser Anzahl vernehmen, so bestätigt sich obiges Princip und bilden die Schwebungen gerade eine seiner Hauptstützen. Gleichwol werden wir gut tun, diesen Teil der Entstehungsgeschichte als Hypothese von der eigentlichen Definition noch zu scheiden.

Unter dem Entstehungsort oder Sitz der Schwebungen verstehen wir nicht den Ort, wo die Umsetzung der physiologischen Processe in die Empfindungen vor sich geht, sondern wo die Modificationen des physiologischen Processes, welche den beschriebenen Eigenschaften der Tonempfindungen bei Schwebungen entsprechen, zuerst eintreten. Jene Umsetzung (oder wie man's nennen will) kann immerhin anderwärts und tiefer im Gehirn erfolgen, wenn nur diese Modificationen bis dahin erhalten bleiben.

Manche haben nun für die Schwebungen ein besonderes Organ im Ohr vermutet, einen Apparat ausserhalb der Schnecke, sodass Tiere, welche letztere nicht besitzen, keine Töne, aber Schwebungen hören könnten [1]). Wenn es sich nur um die mit den Schwebungen vielfach verbundenen Geräusche handelt, muss allerdings auch meiner Meinung nach ein besonderes Aufnahmsorgan im Ohr vorausgesetzt werden. Wenn wir dagegen unter Schwebungen Intensitätsschwankungen der Töne verstehen, können sie unmöglich einen anderen Entstehungsort haben als die Töne selbst. Und zwar müssen sie da entstehen, wo die objectiv zusammengesetzte Welle in pendelförmige Bewegungen aufgelöst wird; wenn anders die obige Theorie ihrer Entstehung zutrifft, die einzige, unter der es bisher eine Erklärung der Schwebungen gibt. Denn nur da, wo eine Reihe stufenweise abgestimmter, schwingungsfähiger Teilchen vorhanden ist, kann

[1]) Preyer, Akust. Unt. 30. Hensen, Herm. Hdb. III, 2, 99.

Ein Teilchen durch mehrere nicht zu verschiedene Schwingungen, die in einer zusammengesetzten Welle vorhanden sind, gemeinsam erregt werden. Obgleich also, wie POLITZER nachgewiesen, die Bewegung des Trommelfells und der Gehörknöchelchen ein treues Abbild der zusammengesetzten Welle ist, ihre Maxima und Minima wiederholt, so haben diese Teile mit der Entstehung der Schwebungen als solcher nicht Mehr zu tun als die objective Luftwelle selbst: sie liefern diese unverändert weiter, ebenso wie die Luft die Schwingungen des tönenden Körpers weiterliefert.

Da die Anschauung über Entstehung und Sitz der Schwebungen, wie wir sehen, in unauflöslicher Verbindung steht mit der Lehre vom Mechanismus und Sitz des analysirenden Apparates, so können wir auch diese Lehre hier einer neuen Prüfung unterziehen. Einige besondere Consequenzen und Erscheinungen kommen hiebei in Betracht.

Vor Allem ist es eine Folgerung aus der Theorie, dass die Zahl der Schwebungen nicht in einer unveränderlichen Beziehung steht zu den empfundenen Tönen und ihrem Unterschied, sondern dass sie lediglich und unbedingt von den objectiven Schwingungszahlen abhängt (anders als dies beim Verschmelzungsgrade nach S. 138, 214 der Fall ist). Deshalb muss die Schwebungszahl z. B. unverändert bleiben, wenn eine Gabel ausschwingt, während eine andere constant tönt, obgleich der Ton der ersten Gabel sich hiebei für unsre Empfindung, nicht blos für die Schätzung, in die Höhe zieht (I 259). In der Tat ist keine Veränderung in der Schnelligkeit der Schwebungen bemerkbar. Es können wirklich, so paradox dies Manchem erscheinen mag, bei Änderung des Empfindungsunterschiedes die Schwebungen ungeändert bleiben und können umgekehrt die nämlichen zwei Töne unter Umständen eine verschiedene Schwebungszahl ergeben; wenn auch die Abweichungen der Töne im ersten und der Schwebungszahl im zweiten Fall nur geringe sein werden.

Ferner ergibt sich aus der Theorie, dass bei Nachempfindungen, wenn die beiden äusseren Tonreize weggefallen sind,

auch die Schwebungen wegfallen werden; da ja dann nicht mehr die mittleren Fasern gemeinsam durch die verschiedenen Tonwellen erregt werden und die Schwebungen nach der Theorie nicht etwa durch gegenseitige Einwirkung der Fasern sondern nur durch objective Erregung zu Stande kommen. Auch diese Folgerung scheint nach einer Bemerkung von URBANTSCHITSCH zuzutreffen (s. o. 359).

Dagegen ist es wol denkbar, dass ein blos nachklingender, also subjectiver, Ton mit einem objectiv erzeugten Schwebungen bildet, wenn der letztere in das Fasergebiet des ersteren übergreift. Eine solche Beobachtung erwähnt gelegentlich S. P. THOMPSON [1]).

Weiter kommt hier in Betracht die bereits mehrfach erwähnte Tatsache, dass Schwebungen auch bei ungleichseitigem Hören zu Stande kommen. DOVE hat dies bei Verteilung nahezu gleichgestimmter Gabeln an beide Ohren zuerst bemerkt; dann MACH, S. P. THOMPSON, GRAHAM BELL, W. THOMSON, Alle unabhängig von einander [2]); und leicht kann es ein Jeder bestätigen. Dies könnte nun auf Entstehung der Schwebungen im Gehirn gedeutet werden. Aber einfacher ist es doch erklärbar durch die Knochenleitung von Ohr zu Ohr, deren Existenz im Allgemeinen ja feststeht. Und so ordnet es sich in die sonst bewährte Theorie ein und wird sofort verständlich, während die Verlegung in's Gehirn das Verständnis nur hinausschiebt [3]). Auch begreift sich so die grosse Abschwächung und andere

---

[1]) Philosophical Magazine XII (1881) 354.

[2]) DOVE, Repertorium d. Physik III (1839) 404. Optische Studien (1859) 50. MACH, A. f. O. IX (1874) 72 f. Die Übrigen bei S. P. THOMPSON a. a. O. 351.

[3]) Nachdem DOVE auf diese beiden Möglichkeiten hingewiesen, entschied sich bereits SEEBECK (Repert. d. Physik VIII, 1849, S. 107) nach Versuchen mit der Sirene, wobei er den Kopf zwischen zwei Sirenen brachte, für die zweite Annahme. DOVE hatte beim Gesichtssinn eine centrale Verbindung der Eindrücke beider Organe geleugnet, während er geneigt war, sie beim Gehörsinn anzunehmen. SEEBECK meinte, gerade das Umgekehrte erschliessen zu müssen.

Modificationen bei verteilten Gabeln, von denen unten mehr die Rede sein wird.

Auch bestätigt die Beobachtung bei verteilten Gabeln unsre obigen Folgerungen in Hinsicht der Zahl der Schwebungen. Sie erfolgen trotz der gewöhnlichen Differenz der Ohren mit der gleichen Schnelligkeit wie beim einseitigen Hören, und auch mit der gleichen Schnelligkeit, mag ich die höhere Gabel rechts oder links halten, während in Folge jener Differenz der Tonunterschied ein ungleicher, das einemal (gegenüber dem einseitigen Hören) verringert, das anderemal vergrössert ist. Die Differenz der Tonhöhe beider Ohren ist ja, wie wir o. 326 ausführten, auch beim gleichzeitigen Hören nicht aufgehoben.

Wenn die Schwebungen unveränderlich an bestimmte Töne und ihre Unterschiede gebunden wären, so müsste bei den meisten Menschen sogar schon ein einzelner objectiver Ton, da er beiderseits ungleich gehört wird, Schwebungen machen; wovon man bei aller Aufmerksamkeit Nichts wahrnehmen wird. Die Erfahrungen mit beiden Ohren sprechen also durchweg zu Gunsten der Theorie.

Nur Thompson berichtet (a. a. O.) einen abweichenden seltsamen Fall auf die Autorität eines „eminenten Akustikers" hin. Eine Person, welche an Mumps auf der einen Seite des Kopfes gelitten hatte, hörte in dem bezüglichen Ohr alle Töne um eine Halbstufe höher, und soll nun beim Erklingen eines Tones der tieferen Region Schwebungen vernommen haben, durch Collision der Töne beider Ohren. Einseitige Verstimmung (Doppelthören) ist uns aus I 266 f. bekannt, und gerade Verstimmungen um einen Halbton sind durch zahlreiche Beobachtungen gut beglaubigt. Aber in keinem dieser Fälle (und ich habe alle mir zugänglichen Berichte genau studirt) ist etwas über Schwebungen berichtet. In der Tat wären Schwebungen nach der bisherigen Anschauung unter diesen Umständen absolut unmöglich. Denn sie könnten, wenn sie im Ohr zu Stande kommen, hier wieder nur durch Knochenleitung entstehen. Nun aber wenn vom kranken Ohr die Schwingung zum gesunden hinüber geleitet wird, so ist es ja nicht eine erhöhte Schwingung, sondern genau dieselbe, mit derselben Schwingungs-

zahl, wie sie ohnedies dem gesunden Ohr von aussen zugeführt wird. Ebenso wenn vom gesunden Ohr zum kranken die Schwingungen hinüberwirken, so sind es genau dieselben, durch welche dieses Ohr ohnedies von aussen erregt wird. Wie und wo also sollen Schwebungen zu Stande kommen? Nur im Gehirn könnte es geschehen, an einer Stelle, wo die Nervenerregungen von beiden Ohren her zusammenträfen: denn die Nervenerregungen allerdings müssen in Folge der krankhaften Veränderung des einen Ohres ungleich sein. Indessen wird man, ehe wir den Schluss ziehen, eine Bestätigung dieser vereinzelten Angabe durch ähnliche Beobachtungen verlangen müssen.

Acht Tage nachdem Vorstehendes niedergeschrieben war, hatte ich das Glück — wenn ich es so nennen soll —, einen Fall des Doppelthörens an mir selbst zu erleben. Eine schmerzhafte Entzündung des linken Mittelohres war plötzlich und heftig aufgetreten. Herr Dr. Hessler in Halle hatte Paracentese des Trommelfells vorgenommen. Zwei Stunden nach der Operation hatte ich beim Clavierspielen meines Söhnchens den Eindruck abscheulicher Verstimmung, die ich im ersten Moment auf das Clavier bezog, dann aber als subjectiv erkannte. Das kranke Ohr hörte alle Töne zwischen c und c^4 tiefer, und zwar betrug in der Mitte dieser Zone die Differenz, wie ich mit einer abwechselnd rechts und links gehaltenen Stimmgabel (a^1) feststellte, $^3/_4$ Ton; während sie nach den Grenzen hin abnahm. Beim Anschlag einer Claviertaste kamen daher zwei Töne zum Vorschein, der „Pseudoton“ tiefer, schwächer und bei genauer Aufmerksamkeit im linken Ohr localisirt. Von Schwebungen konnte ich aber Nichts bemerken, obgleich meine Aufmerksamkeit begreiflicherweise (auch wegen der Consequenzen für die Dissonanzlehre) ganz besonders darauf gerichtet war. Auch nicht, als ich die Gabel auf verschiedene Teile des Schädels aufsetzte (wobei sie nur an gewissen Stellen, besonders an der rechten Schläfe, einen Finger breit vom Tragus nach vorn, doppelt gehört wurde, während sonst einer der beiden Töne oder ein mittlerer allein auftrat). Vorzüglich lehrreich war mir die Beobachtung mit einem Zungenpfeifchen (a^1), welches ich selbst anblies und dabei auch gelegentlich mit den Zähnen festhielt:

hier waren die beiden Töne vollkommen deutlich nebeneinander zu hören, und zwar als entschiedenste Dissonanz, aber ohne Schwebungen. Ich halte daher, da individuelle Verschiedenheiten hierin doch kaum anzunehmen sind, die vereinzelte Angabe des obigen Patienten für eine Täuschung, vielleicht darin begründet, dass die Gabel in der Hand zitterte, wie mir dies ebenfalls einmal begegnete und momentan dieselbe Täuschung erzeugte.

3. Grenzen der Schnelligkeit für Schwebungen.

Von Wichtigkeit ist die höchste Zahl der Schwebungen in der Secunde, bei welcher eben noch eine Rauhigkeit des Klanges wahrgenommen werden kann. HELMHOLTZ gibt an, dass bis zu 132 in der Secunde noch bemerkbar seien, vermutet aber, dass damit die obere Grenze noch nicht erreicht sei, dass viel höhere und hinreichend starke Töne noch mehr hören lassen würden (288). Hingegen behauptet WUNDT (I [3] 438), dass schon bei 60 Schwebungen der intermittirende Charakter der Empfindung gänzlich verschwunden sei, und führt die Angabe von HELMHOLTZ auf eine Verwechselung des Eindrucks der Rauhigkeit mit dem der Dissonanz zurück, welche letztere WUNDT nicht wie HELMHOLTZ mit den Schwebungen selbst identificirt. Aber hier ist WUNDT's eigene Angabe ganz entschieden die irrtümliche. Die Zahl der wahrnehmbaren Schwebungen ist allerdings verschieden je nach der Tonregion; man kann in der Tiefe nicht so viele hören wie in der Höhe (was auch noch der Erklärung bedarf). Aber wenn von der grössten Zahl überhaupt die Rede ist, so müssen wir etwa 400 dafür setzen, also sogar das Dreifache derjenigen Anzahl, die HELMHOLTZ noch wahrgenommen hat.

Ich bin hierauf zuerst bei den Orgelpfeifenversuchen mit den unmusikalischen Herren aus § 19 S. 157 aufmerksam geworden. Als ich für die damaligen Versuchszwecke die Schwebungen durch die Wahl von Tönen der dreigestrichenen Octave auszuschliessen gedachte, fanden Einige (GRUBE, LEHMANN u. A.) auch hier noch bei den Terzen $c^3 e^3$ und $e^3 g^3$, die in der damals angewandten natürlichen Stimmung beide 264 Schwebungen geben, eine merkliche Rauhigkeit, und ich konnte dies nur be-

stätigen. Wenn man den Eindruck vergleicht mit dem eines einzelnen der genannten Töne, so ist der Unterschied in der Glätte unverkennbar. Auch überzeugt man sich durch successive Beobachtung von $c^1 e^1$, $c^2 e^2$, $c^3 e^3$, dass eine graduelle Abnahme der Rauhigkeit, aber nicht ein völliges Verschwinden im letzteren Falle eintritt. Von Verwechselung des Eindrucks mit dem der Dissonanz kann natürlich bei grossen Terzen nicht die Rede sein.

Es fand sich also die obige Vermutung von Helmholtz bestätigt, nur dass nicht einmal eine ungewöhnliche Höhe und Stärke der Töne erforderlich war. Noch schnellere Schwebungen kann man aber mit Stimmgabeln der vier- und fünfgestrichenen Octave vernehmen, wenn sie kräftig angeschlagen vor das Ohr gehalten werden. Ich habe dies mit genau abgestimmten Appunn'schen Gabeln vom c^4 bis zum c^6 Stufe für Stufe verfolgt und unter diesen Umständen für mein Ohr die Grenze zwischen 427 und 512 gefunden. An den Versuchen haben sich auch die Herren Prof. W. Biedermann und Dr. K. Schäfer in Jena beteiligt. Bei $c^4 d^4$ oder $d^4 e^4$ (= 256 Schwebungen), aber auch noch bei $f^4 g^4$ oder $g^4 a^4$ oder $e^5 f^5$ (= 341) fanden wir überstimmend die Rauhigkeit noch sehr stark und auffällig. Bei $a^4 h^4$ (= 427) war sie für mich auch noch deutlich und zwar fasste ich sie als Rauhigkeit des Differenztons. Die Gabeln mussten aber sehr stark angeschlagen und schnell an's Ohr gehalten werden. Die beiden Mitbeobachter bemerkten hier Nichts mehr. Bei $c^4 e^4$, $c^5 d^5$, $h^5 c^6$ (= 512) konnte auch ich Nichts von Rauhigkeit mehr finden. Bei $f^5 g^5$ (= 683) war weder Rauhigkeit noch auch die Zweiheit der Töne mehr erkennbar.

In den tieferen Lagen ist die Grenze nicht so leicht festzustellen, weil man zu weite Intervalle nehmen muss, um grössere Schwebungszahlen zu bekommen, und dann der erste Oberton der tieferen Gabel mit dem Grundton der höheren Schwebungen von geringerer Anzahl macht, welche die beabsichtigte Beobachtung stören (s. u.). Aber soviel ist sicher, dass die Maximalzahl nach unten hin immer geringer wird.

Man kann nun auch in diesem Puncte die durch einfache Intermittenz erzeugten Schwankungen mit den Schwebungen vergleichen. R. König gibt an, dass er bei solchen die nämliche Maximalzahl wie bei Schwebungen (unter den besonderen Versuchsumständen) gefunden habe, nämlich 128[1]). A. Mayer fand auch hier Unterschiede je nach der Tonhöhe, bei C war die Grenze schon 25, bei c^3 dagegen 180[2]). Gewiss würde sich auch diese Zahl für Intermittenzen (die Mayer selbst der früher gefundenen geringeren Zahl 130 bei genauerer Untersuchung substituirte) bei stärkeren Tönen als denen von Stimmgabeln noch erhöhen[3]).

Von der Schnelligkeit der Schwebungen in Verbindung mit der Tonregion ist die Grösse des Intervalls abhängig, welches noch Schwebungen hören lässt. Es ist ein weitverbreiteter und für die Musiktheorie verhängnisvoller Irrtum, als ob Schwebungen nur bei den kleinsten Intervallen (Secunden und unreinen Primen) stattfänden. In der grossen Octave kann ich, wenn C als tieferer Ton genommen wird, mit an's Ohr gehaltenen Stimmgabeln directe Schwebungen mit Sicherheit und vollkommener Deutlichkeit noch bis über die Quinte vernehmen. R. König behauptet sogar (a. a. O.) bei Intervallen über die

---

1) Pogg. Ann. Bd. 157 S. 228 f.

2) S. die Tabelle o. I 213.

3) Beim Auge wird diese Zahl längst nicht erreicht. Dagegen liefert der Tastsinn noch mehr getrennte Eindrücke in der Secunde, nach Valentin 640, nach Wittich 1000 (Herm. Handb. II, 2, 259). Preyer führt an, dass man das Erzittern einer tönenden Gabel mit den Fingerspitzen als eigentümliches Kitzelgefühl noch bei 1500 bis 1800 Schwingungen wahrnimmt (Akust. Unt. 3. Dagegen würden punctuelle Reizungen der Haut nach früheren Schriften Preyer's nur bis zu etwa 36 getrennt empfunden. Grenzen des Empfindungsvermögens 1868, Die fünf Sinne 1870, S. 73). Exner erwähnt, dass bei elektrischer Reizung der Haut bereits 36, auf der Stirnhaut 60 Inductionsschläge eine continuirliche Empfindung geben, die aber bei gesteigerter Reizstärke wieder discret wird (Herm. Handb. l. c.). Die Angabe Preyer's bezüglich der Stimmgabeln finde ich an mir bestätigt, wenn ich die Lippen anwende, indem ich dann 1760 Schwingungen (a^3) noch entschieden als Kitzel empfinde.

Octave hinaus directe Schwebungen der Grundtöne. Bei tiefen elektromagnetisch bewegten Gabeln habe er solche bis zu 1 : 10, bei gedackten Pfeifen sogar bis 1 : 14 verfolgen können [1]). Allein es würde schwer sein, Dies mit der Lehre von der Entstehung der Schwebungen zu vereinigen, da man nicht annehmen kann, dass bei so grossen Tondistanzen noch zwischenliegende Fasern durch beide Schwingungen gemeinschaftlich erregt würden. Solange wir daher an dieser Lehre und speciell an der Erregung der Fasern durch Mitschwingung festhalten, sehe ich keinen anderen Weg der Erklärung von König's Beobachtungen, als entweder den von Helmholtz (263) eingeschlagenen: dass nämlich Obertöne der tieferen Gabel mit dem Grundton der höheren schweben (obgleich König die Beteiligung von Obertönen auf Grund scharfsinniger Argumente mit Bestimmtheit in Abrede stellt), oder den von Bosanquet eingeschlagenen, wonach Combinationstöne diese Schwebungen verursachten (s. u. III).

Je höher die Tonregion, um so kleiner das Intervall, innerhalb dessen noch directe (Grundton-)Schwebungen stattfinden. In der dreigestrichenen Octave ist nach dem Obigen ungefähr die grosse Terz, in der viergestrichenen die grosse Secunde, in der fünfgestrichenen die kleine Secunde das weiteste schwebende Intervall.

Man kann auch nach den langsamsten wahrnehmbaren Schwebungen fragen. Bei sehr langsamen ist die Zu- und Abnahme ganz stetig, daher schwer zu bemerken, wenn sie nicht zugleich sehr bedeutend ist. A. Mayer hat eine Schwebung von 8 Secunden Dauer, Rayleigh sogar solche von 24 Secunden Dauer noch wahrgenommen, und Letzterer glaubt, dass man noch langsamere beobachten könne [2]). Für die Musik haben solche Schwebungen natürlich keine Bedeutung mehr. Die Fähigkeit der Wahrnehmung langsamster Schwebungen wird

---

[1]) Letztere Angabe in der zweiten Abhandlung Wied. Ann. XII (1881) 335, wo auch die Ergebnisse und Schlüsse der ersten verteidigt werden.

[2]) A. Mayer, Americ. Journ. of Sc. and Arts VIII 35. Rayleigh, Philos. Mag. 1882, S. 343.

übrigens individuell sehr verschieden sein, je nach der Genauigkeit des unmittelbaren Gedächtnisses für Intensitäten.

4. Stärke der Schwebungen.

Wenn von der Empfindungsstärke von Schwebungen die Rede ist, so ist darunter strenggenommen nicht eine Empfindungsstärke im gewöhnlichen Sinn zu verstehen, sondern der Abstand zweier solcher Empfindungsstärken. Helmholtz hat daher bei seiner Berechnung der Rauhigkeits-(Dissonanz-)Tabelle als Mass der Schwebungsstärke die Differenz zwischen der höchsten und geringsten lebendigen Kraft in der von beiden objectiven Schwingungen gemeinsam erregten mittleren Faser angenommen[1]). Indessen fragt es sich, ob hiemit auch das Mass der Schwebungsstärke als einer Empfindungstatsache gegeben ist. Zwischen der lebendigen Kraft bewegter Schneckenfasern und der Empfindung liegen manche Glieder in der Mitte; und es kommt darauf an, ob unter allen diesen Gliedern directe Proportionalität stattfindet, oder ob nicht z. B. das logarithmische Verhältnis, welches das Fechner'sche Gesetz zwischen Reiz und Empfindung annimmt, seine eigentliche Stelle irgendwo innerhalb dieser physiologischen Kette hat. In diesem Fall würde der Abstand der Empfindungsstärken beim Minimum und Maximum nicht der Differenz sondern dem Quotienten der lebendigen Kräfte in der Faserschwingung proportional gehen.

Aber nicht blos müssen wir die physiologische Stärke (im Organ) und die Empfindungsstärke, sondern auch wiederum diese und die Auffassung derselben auseinanderhalten. Wir beurteilen die Schwebungsstärke nach einer verschiedenen Methode, jenachdem es sich um langsame oder schnelle Schwebungen handelt. Man könnte denken, wenn Schwebungsstärke als Empfindungstatsache einen Abstand zweier Empfindungs-

---

[1]) Beilage XV. Die Geschwindigkeitsmaxima, welche zwei objective Wellenzüge in dem mittleren Teilchen erzeugen, seien B_1 und B_2, also seine grösste Geschwindigkeit $= B_1 + B_2$. Somit ist $(B_1 + B_2)^2$ die lebendige Kraft beim Maximum, $(B_1 - B_2)^2$ die beim Minimum der Schwebung. Der Unterschied beider Werte $(B_1 + B_2)^2 - (B_1 - B_2)^2 = 4\,B_1 B_2$ ist die Stärke der Schwebung.

stärken bedeutet, so müsse die Schätzung derselben immer auf einer Vergleichung dieser Stärken beruhen. Dies trifft aber nur für ganz langsame Schwebungen zu, wo die Empfindung beim Minimum noch eine endliche Stärke besitzt und auch Zeit zur Vergleichung gelassen ist. Dagegen bei raschen und discreten Schwebungen (Stössen) kommt überhaupt nur das Maximum für unsre Auffassung in Betracht, mag beim Minimum noch eine Empfindung überhaupt da sein oder nicht. Auch der letztere Fall kann als Grenzfall unter die obige Definition der Schwebungsstärke als einer Empfindungstatsache gebracht werden. Aber die Schätzung derselben beruht hier nicht auf einer Vergleichung des Maximums und Minimums der Empfindung, sondern nur auf der Wahrnehmung des Maximums oder vielmehr der aufeinanderfolgenden Maxima. Die Schwebungsstärke fällt daher für die Auffassung des Hörenden hier in der Tat unter den Begriff der Empfindungsstärke im gewöhnlichen Sinn, nicht unter den des Abstandes zweier Empfindungsstärken. Vermutlich erscheint uns die so aufgefasste Schwebungsstärke in Folge der Wiederholung der zu schätzenden Eindrücke grösser als die Empfindungsstärke bei gleichstarker constanter Reizung; vielleicht ist sie auch wirklich grösser[1]).

---

[1]) Helmholtz wenigstens ist der Ansicht (281), dass intermittirende Reize stets intensiver wirken als constante von gleicher Stärke. Die Belege scheinen mir jedoch nicht ganz überzeugend. Helmholtz beruft sich teils auf die Ermüdungstatsachen, teils auf die Widerwärtigkeit intermittirender Eindrücke. Aber die letztere kann noch andere Gründe haben als eine erhöhte Reizstärke, und die Ermüdung ist doch gerade beim Ohr nur minimal und innerhalb weniger Secunden so gut wie Null. Wenn gleichwol länger fortgesetzte Versuche mit raschen und starken Schwebungen das Organ mehr angreifen als solche mit starken Tönen gleicher Höhe, so möchte ich den Grund weniger in der Ermüdung suchen als in der Miterregung höchster Töne und heftiger Geräusche. Denkbar ist wol auch, dass die ungleichförmige Erregung für die Tonganglien anstrengender wäre, da sie sich der gleichförmigen Erregungsweise überwiegend angepasst haben. Aber dies Alles würde noch nicht eine grössere Intensität der schwebenden Töne beweisen. Vgl. auch E. Gurney, Power of Sound, 1880, Appendix C.

Weiterhin können wir nun freilich auch hier je zwei Schwebungsstärken dieser Classe untereinander vergleichen und fragen, ob sie uns in gleichem Masse verschieden erscheinen, wenn die physiologischen Schwebungsstärken, hier also die grössten Amplituden der durch je zwei Schwingungen gemeinsam bewegten mittleren Faser, um den gleichen Betrag verschieden sind; oder ob nicht auch hier das FECHNER'sche Gesetz massgebend bleibt. Wahrscheinlich würde sich doch das Letztere herausstellen. Keinesfalls also dürfen wir ohne Weiteres jenen physiologischen Wert als Mass der Schwebungsstärke betrachten.

Lassen wir daher in Ermangelung von hierauf bezüglichen directen Versuchen das physiologische Mass der Schwebungsstärke bei Seite und fragen wir nur nach den Umständen, von welchen sich dieselbe rein empirisch nach Aussage des Bewusstseins abhängig zeigt, so gehört dazu die absolute Stärke der Töne, mit welcher auch die Schwebungsstärke wachsen muss. Ferner aber das Stärkeverhältnis; und zwar sind die Schwebungen am stärksten bei gleicher Stärke der Töne[1]). Sodann kommt es sehr auf die Schnelligkeit der Schwebungen an; was auch HELMHOLTZ mit in Rechnung zieht (318, 657). Sehr langsame und sehr schnelle Schwebungen erreichen nicht dieselbe Stärke wie solche mittlerer Schnelligkeit. Die grösste Stärke pflegt man etwa 30 in der Secunde zuzuschreiben. Doch trifft Dies nur für die mittleren Tonlagen zu, und auch da ist es nicht leicht, die Zahl genauer anzugeben, weil sich zugleich mit der Stärke auch der Charakter der Schwebungen ändert.

Bei langsameren Schwebungen scheint die Tonregion keinen Unterschied in der Stärke zu machen, wenn nur die Zahl der Schwebungen und die Empfindungsstärke der Töne sich gleich bleibt (soweit man eben die Tonstärke in verschiedenen Regionen vergleichen kann)[2]). Besonders bequem lässt sich Dies

[1]) Ebenso R. KÖNIG WIED. Ann. XII 335 f.

[2]) Die Betrachtung der Wellenformen, die durch Combination zweier Sinusschwingungen entstehen, lehrt, dass die höchste Amplitude der Gesammtwelle und ihre Differenz von der geringsten Amplitude nicht etwa von der Differenz der Schwingungszahlen sondern von ihrem Verhältnis

am Obertonapparat untersuchen, wo je zwei benachbarte Zungen gleichviele Schwebungen miteinander erzeugen, so viele als die tiefste Zunge Schwingungen macht. Bei einem Apparat, dessen tiefste Zunge 16 Schwingungen gab, fand ich keinen merklichen Unterschied der Schwebungsstärke in verschiedenen Tonregionen[1]). Die Schwebungen schienen nur etwas discreter zu werden und wurden immer mehr in den Kopf bez. das zugewandte Ohr, bei den höheren Tönen in die Schädeldecke verlegt.

Dagegen bei schnelleren Schwebungen macht die Tonregion einen Unterschied in der Stärke; begreiflicherweise, weil die Schwebungen in höheren Regionen erst bei viel grösserer Anzahl verschwinden, also die Ausgleichung zwischen Maximum und Minimum, der Tetanus des Nerven, die Stetigkeit der Empfindung sich auch erst bei grösserer Anzahl vorbereitet. Ich habe eine Reihe von Fällen verglichen, in denen die Schwebungen jedesmal genau 100 in der Secunde betrugen, mit abgestimmten Stimmgabeln der ein- und der dreigestrichenen Octave. Je höher die Töne, um so schärfer fand ich hier die Schwebungen, und bin sicher, nicht etwa die zunehmende Schärfe der Töne selbst mit derjenigen der Schwebungen verwechselt zu haben. Beides lässt sich sehr gut unterscheiden.

5. Merklichkeit von Schwebungen.

In der Schnelligkeit und Stärke der Schwebungen haben wir zwei Bedingungen ihrer Merklichkeit kennen gelernt, die

---

abhängt. So gibt z. B. 7 : 9 bei gleicher Amplitude der einfachen Wellen doch eine höhere Gesammtwelle und eine grössere Differenz ihres Maximums und Minimums, als 4 : 5. Da nun in der Tiefe bei gleicher Differenz der Schwingungszahlen ein grösseres Verhältnis derselben gegeben ist, so könnte man hienach erwarten, dass bei gleichbleibender Stärke der Töne und gleichbleibender Differenz ihrer Schwingungszahlen die Schwebungen in der Tiefe stärker wären. Allein es ist eben in der Tiefe die empfundene Tonstärke bei gleichbleibender Amplitude eine geringere.

[1]) Nur muss man von den etwa acht tiefsten Zungen absehen, deren jede für sich allein schon schnattert, ferner von denjenigen, die zufolge der Anordnung des Apparates räumlich weiter als die anderen von einander getrennt sind (No. 16 und 17, 48 und 49). Denn auch die objective Nachbarschaft der Tonquellen erhöht hier die Schwebungsstärke.

aber selbst von einander nicht ganz unabhängig sind. Bezüglich der Stärke als Bedingung der Merklichkeit entsteht nun sogleich die Frage, ob mit zu- oder abnehmender Stärke auch die Merklichkeit einfach zu- oder abnimmt. Es scheint dies nicht der Fall zu sein. Wenn zwei schwebende Gabeln ausschwingen, so werden die Schwebungen deutlicher, auffallender, wenigstens eine Zeit lang, bis sie sich dem Verschwinden nähern[1]). Ob nun der Abstand des Maximums und Minimums der Empfindung in diesem Falle wirklich wächst, ist schwer zu sagen. Dem Fechner'schen Gesetze würde es nicht widersprechen. Es fehlt aber hier schon an der Einsicht in das objective Verhalten. Die Differenz des Reizmaximums und -Minimums wird natürlich immer geringer, aber das Verhältnis beider Werte könnte dabei doch wachsen. Eine notwendige Annahme ist aber weder das objective noch das subjective Wachstum der Schwebungsstärke. Die Schwebungen können merklicher werden, auch ohne stärker zu werden, ja sogar während sie schwächer werden. Denn es werden nun auch die Tonqualitäten schwächer und lenken die Aufmerksamkeit weniger auf sich; es ist leichter, von ihnen zu abstrahiren[2]).

Auch die Klangfarbe hat einen gewissen Einfluss auf die Merklichkeit von Schwebungen. Sie sind bei milderen Klängen zuweilen auffälliger als bei schärferen. Dies liegt nicht an grösserer Stärke. Vielmehr scheinen mir bei Stimmgabeln von 16 Schwingungen Differenz die Schwebungen sowol ebenso discret als auch ebenso stark, wie bei Zungen von gleicher Differenz, gleicher absoluter Tonhöhe und gleicher Stärke, soweit sich der letztere Punct controliren lässt. Dagegen können die Schwebungen auffälliger sein bei milderen Klängen, weil eben den scharfen ohnedies auch schon einzeln in Folge der unter sich schwebenden Obertöne Rauhigkeit anhaftet und so der Gegen-

---

[1]) Ähnlich unterscheidet Fechner Binoc. Sehen 541 die Stärke und die Deutlichkeit von Schwebungen; letztere werde grösser, erstere geringer, wenn man bei zweiohrigen Versuchen die eine Gabel vom Ohr auf den Scheitel setzt, während die andere vor dem anderen Ohr bleibt.

[2]) Hienach würde ich jetzt das I 394 Gesagte genauer fassen.

satz dort grösser ist. Auch unterscheiden sich die weiten Intervalle scharfer Klänge, wo secundäre Schwebungen durch collidirende Obertöne eintreten, weniger von den engen, wo die Grundtöne selbst schweben, als dies bei den milden Klängen der Fall ist.

Endlich hängt die Merklichkeit auch von Umständen ab, die gar nicht in der Beschaffenheit des Empfindungsmateriales selbst, sondern in der gewohnheitsmässigen Richtung der Aufmerksamkeit und dergleichen psychischen Dispositionen gründen; wie wir denn z. B. bei verschiedenen Gelegenheiten bemerkt haben, dass Kinder und Unmusikalische Schwebungen oft relativ (gegenüber den eigentlich tonalen Merkmalen) und oft sogar absolut leichter wahrnehmen als Erwachsene und Musikalische. Dazu kommen zufällige augenblickliche Umstände. Es ist also klar, dass wir Merklichkeit von Stärke wol unterscheiden müssen.

6. Schwebungen verteilter Gabeln.

Dass bei Verteilung zweier Gabeln an beide Ohren Schwebungen entstehen können, wurde als ein interessantes Factum erwähnt. Nun lassen sich alle Fragen über Charakter, Stärke, Schnelligkeitsgrenzen, Merklichkeit der Schwebungen auch für diesen besonderen künstlichen Fall untersuchen, und da zeigt sich das noch Wichtigere, dass sie auf diese Art doch ausserordentlich verringert und häufig ganz beseitigt werden können, und dass, wo sie nicht ganz verschwinden, nicht blos die Stärke sondern auch der Charakter ein anderer, milderer, weniger discontinuirlicher wird. Etwaige Schwebungen der Obertöne können auf diesem Wege ganz beseitigt werden. Bei e^1 und dis^2 z. B. ist so keine Spur von Rauhigkeit vernehmbar, während vor Einem Ohr die Schwebungen von dis^2 mit dem Oberton e^2 sich noch geltend machen. Für die Beurteilung der Helmholtz'schen Dissonanz- und Disharmonielehre sind diese Erscheinungen von einschneidender Bedeutung, denn die Dissonanz wird durch dieses Verfahren nicht beseitigt, nicht einmal verringert; worauf wir hier nur vorläufig hinweisen.

Die Grenze der Schnelligkeit bei verteilten Gabeln bilden in der grossen Octave 16 bis 20 Schwebungen in der Secunde (grosse Terz in der unteren, kleine in der oberen Hälfte der

Octave). In der kleinen Octave 32 bis 40 (Intervalle ebenso; doch sind sie schon bei Ganztönen sehr wenig bemerkbar)[1]. In der eingestrichenen Octave etwa 50 (kleine Terz in der unteren, Ganzton in der oberen Hälfte). In der zweigestrichenen etwa 70 (Ganzton in der unteren, Halbton in der oberen Hälfte). In der dreigestrichenen sind die Schwebungen verteilter Gabeln in allen Fällen nur undeutlich und schwer vernehmbar.

Man kann hier auch besonders gut beobachten, wie die Schwebungen mit abnehmender Tonstärke deutlicher, wenn nicht sogar relativ stärker, werden. Bei kräftigem Anschlag von Gabeln der mittleren Octave werden sie erst nach ein bis zwei Secunden deutlich und dann immer deutlicher, bis sowol Töne als Schwebungen wegen zu grosser Schwäche verschwinden. Anfangs dagegen glaubt man keine Schwebungen zu hören, ausser etwa die ganz langsamen (vier in der Secunde). Schlägt man die Gabeln sogleich nur schwach an, so können Einem die Schwebungen leicht überhaupt entgehen, obgleich sie nicht schwächer sind wie im entsprechenden Stadium des Verklingens. Die Aufmerksamkeit ist in diesem Falle noch zu sehr durch die Auffassung der Töne selbst absorbirt.

II. Tonhöhe bei Schwebungen.

Auch die Frage nach den Tonqualitäten, die bei Schwebungen vernommen werden, muss als eine eigentümlich verwickelte und für die Theorie der gleichzeitigen Tonempfindungen und ihrer Entstehung sowie für die Dissonanzlehre nicht unwichtige ausführlicher untersucht werden. Es fragt sich: Hört man stets beide Töne und zwar beide schwebend, oder nur einen schwebend, den anderen stetig andauernd, oder hört man statt ihrer einen einzigen und zwar einen der Höhe nach gleichbleibenden, etwa mittleren, oder einen der Höhe nach veränder-

[1]) Wahrscheinlich beruht hierauf die Angabe von Docq in seiner o. 435 erwähnten Specialuntersuchung S. 34, dass bei verteilten Gabeln keine Schwebungen entständen. Die Angabe ist jedenfalls ein sprechendes Zeugnis für ihre ausserordentliche Abschwächung, wenn auch nicht gerade für die Genauigkeit dieses Beobachters.
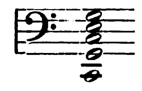
lichen, etwa zwischen beiden oder in weiteren Grenzen hin- und hergehenden?

1. Bisherige Beobachtungen und Theorien.

Helmholtz bemerkte[1]), dass bei Schwebungen zweier sehr wenig verschiedener Klänge, die uns gleichzeitig nur als Ein Klang erscheinen, während des Schwebungsminimums die Obertöne relativ hervortreten und so eine Veränderung (Erhellung) der Klangfarbe erzeugen, welche leicht fälschlich als eine kleine Erhöhung des schwebenden Klanges aufgefasst wird (vgl. o. I 242). Diese blos scheinbare Erhöhung hängt nicht mit den Schwebungen als solchen, nicht mit der Combination zweier verschiedener Töne zusammen, sondern mit Interferenz und dem Vorhandensein von Obertönen. Lässt man einen einzelnen obertonhaltigen Klang mit sich selbst interferiren, so treten in den Pausen dessen Obertöne ebenfalls hervor, er schlägt in die Octave um (Helmholtz daselbst).

Wir fragen aber nicht nach einer blos scheinbaren sondern nach einer wirklichen Veränderung der empfundenen Tonhöhe und einer solchen, die auch ohne jede Beteiligung von Obertönen durch Combination zweier verschiedener Grundtöne entstände.

Eine den Tatsachen evident zuwiderlaufende und darum vorab bei Seite zu setzende Behauptung stellt hier wieder Wundt auf. Er sagt, bei etwa 30 Schwebungen in der Secunde, wo die Rauhigkeit am stärksten sei, sei eine deutliche Auffassung der Tonhöhe nicht mehr möglich und der Klang werde zum Geräusch. Aber der Zweiklang *ce* macht 33 Schwebungen — und hier soll eine deutliche Auffassung der Tonhöhe unmöglich sein, soll der Klang zum Geräusch werden? Man hört ja *c* und *e* vollkommen klar. In dem ganzen Accord



[1]) Tonempf. 1. Aufl. (1863) S. 246, 4. Aufl. S. 274 (Versuche mit der Sirene). Ebenso Mach, Sitz.-Ber. d. Wiener Ak. 1864, S. 14. Als Mach zwei Stimmgabeln vor Einem Ohr schweben liess, schien ihm zu-

macht jeder Ton mit jedem nächsthöheren und nächsttieferen 33 Schwebungen — und das Ganze wäre ein blosses Geräusch? Auch c^1 mit d^1 gibt dieselbe Anzahl — und sie wären nicht deutlich aufzufassen? Was sollte aus der Musik werden oder wo wäre unsre Musik überhaupt geblieben, wenn sich alle diese Tonpaare nicht mehr unterscheiden liessen? Nicht einmal am Harmonium mit seinen vielen untereinander schwebenden Obertönen entsteht bei obigem Accord ein blosses Geräusch, sondern auch da ein herrlicher markiger Zusammenklang. Und behauptet nicht Wundt selbst, dass *ceg* (4:5:6) am Obertonapparat als ein Zusammenstimmen mehrerer Töne aufgefasst werde (s. o. 331)? Er muss wol hier ganz specielle Fälle vor sich gehabt haben, vielleicht Viertelton-Intervalle aus der Gegend des c^3, welche ebenfalls etwa 30 Schwebungen liefern und die beiden Töne allerdings nicht mehr deutlich unterscheiden lassen. Aber ein Geräusch statt des Klanges hört man auch hier keineswegs. Überdies ist die Behauptung ohne jede Andeutung einer solchen Beschränkung ausgesprochen, und nicht gelegentlich sondern als der Mittelpunct der Theorie der Schwebungen [1]).

Sehen wir, was theoretisch aus den Principien folgt, die sich sonst bewähren. Nach dem Princip der Erregung durch Mitschwingen werden in allen Fällen, wo sich Schwebungen zeigen, ausser den beiden am Meisten erregten Fasern alle zwischenliegenden durch die Tonwellen erregt. Nach dem Princip der specifischen Energien in der Ausdehnung, die ihm Helm-

---

erst bald die höhere bald die tiefere zu überwiegen. Aber er erkannte dies als eine Täuschung, beruhend auf obigen Umständen.

[1]) I [3] 438. Gleich darauf steht noch zu lesen: „Bei Schwebungen, welche die Zahl 30 erheblich übersteigen, vermag unser Ohr die einzelnen Töne nicht mehr auseinanderzuhalten.“ Hier könnte man nun einen blossen Druckfehler vermuten, der durch die drei Auflagen stehen geblieben wäre, nämlich „Töne“ statt „Stösse“. Denn Wundt fährt fort: „Schon bei 50 Schwebungen wird der intermittirende Charakter der Empfindung sehr undeutlich, und bei 60 ist er gänzlich verschwunden.“ Aber freilich ist in dem ganzen Passus bald von der Unterscheidung der Töne bald von der der Stösse die Rede, was doch Zweierlei ist. Er scheint mir daher kurz gesagt an einer unheilbaren Confusion zu leiden.

HOLTZ gegeben, muss jede erregte Faser, gleichviel auf welchem Wege und mit welcher (ob constanter oder schwankender) Intensität sie erregt ist, ihren bestimmten Ton in der Empfindung ergeben. Gilt also dieses Princip auch hier, so werden erstens die beiden primären Töne [1]) gehört werden, zweitens aber alle dazwischenliegenden, soweit sie durch besondere Fasern (und Ganglien) vertreten sind. Die beiden primären Töne werden ruhig gehört werden, da hier der Voraussetzung gemäss die Zone der gemeinsamen Erregung ihr Ende hat, die übrigen in verschiedenem Masse schwebend, am stärksten schwebend der in der Mitte gelegene Ton.

HELMHOLTZ erwähnt diese Consequenz nicht. Er erwähnt aber, durch GUÉROULT aufmerksam gemacht, in der dritten und vierten Auflage seines Werkes eine Erscheinung, welche mit derselben im Widerspruch stehen würde. Es werde nämlich bei wenig verschiedenen Wellenlängen nur Ein Ton gehört, dieser aber mit einer zwischen gewissen Grenzen hin- und herschwankenden Höhe (4. Aufl. 274). Also nicht blos die Intensität soll periodisch wechseln — was HELMHOLTZ früher allein hervorgehoben — sondern auch die Höhe. HELMHOLTZ gibt in der Beilage XIV auch eine Berechnung dieser Schwankung, worin er voraussetzt, dass die empfundene Tonhöhe der jeweiligen Geschwindigkeit eines unter dem Einflusse zweier Tonwellen schwingenden Schneckenteilchens entspreche. Diese Voraussetzung hätte er aber jedenfalls nicht stillschweigend zu Grunde legen sondern sehr hervorheben müssen, da sie dem sonst durchgeführten Princip der specifischen Energie direct widerspricht, wonach die Tonhöhe nur abhängig ist von der Individualität des Teilchens (oder seines centralen Ganglions),

---

[1]) So wollen wir im Folgenden der Kürze halber die beiden auf Pendelschwingungen der Fasern beruhenden Töne nennen, welche den beiden schwebungserzeugenden objectiven Tönen entsprechen. Es soll natürlich nicht damit gemeint sein, dass der oder die etwaigen Schwebungstöne neben diesen beiden durch dieselben psychologisch oder physiologisch bedingt wären. Sie haben vielmehr mit denselben gemeinsame objective Ursachen.

unabhängig dagegen von der Art und Geschwindigkeit seiner Erregung. Helmholtz berechnet speciell den Fall, in welchem die Primärtöne von ungleicher Intensität sind, und erhält als Schwingungszahl des resultirenden Tones

$$\text{beim Maximum der Schwebung: } n + \frac{(m-n)A}{A+B},$$

$$\text{beim Minimum der Schwebung: } n + \frac{(m-n)A}{A-B},$$

worin m und n die (wenig verschiedenen) Schwingungszahlen der gleichzeitig einwirkenden Schwingungen, A und B die zugehörigen Amplituden, $A > B$.

Beim Maximum liegt hienach die Tonhöhe zwischen den beiden Primärtönen, beim Minimum liegt sie, wenn der stärkere Ton zugleich der höhere ist, über den beiden Primärtönen, wenn er dagegen der tiefere ist, unter denselben. Helmholtz fügt bei, dass man mit gedackten Pfeifen diese Unterschiede gut höre, auch mit zwei Stimmgabeln, wenn man abwechselnd die höhere oder tiefere der Resonanzröhre näher bringe.

Sedley Taylor hat dasselbe Resultat auf anderem Wege abgeleitet und auch den Fall gleicher Intensität der Primärtöne in Betracht gezogen[1]). Für diesen Fall kommt er zu

[1]) Philosophical Magazine Bd. 44 (1872) S. 56. Taylor erwähnt hier, dass vor Guéroult bereits 1857 De Morgan in der o. 451 citirten Abhandlung Höhenveränderungen mit Bestimmtheit als eine bekannte und von ihm selbst beobachtete Tatsache bezeichnet habe. Dies ist nicht genau. De Morgan sagt S. 137 seiner Abhandlung, bei verstimmten Consonanzen, etwa Sexten, sei die Erscheinung für verschiedene Ohren verschieden. Für manche bestehe sie im Intensitätswechsel. Für andere in abwechselnder Wahrnehmung (perception) der beiden Töne des consonanten Intervalls. Für sein eigenes Ohr im Wechsel der Klangfarbe (u-a-u-a, vowel-sounds, as pronounced in the Italian way). Der zweite dieser Fälle, an welchen Taylor zu denken scheint, deckt sich keineswegs mit der Guéroult-Helmholtz'schen Behauptung und kann weiter Nichts bedeuten, als dass die bezüglichen Personen ihre Aufmerksamkeit bald dem unteren bald dem oberen Ton des Intervalls (der grossen Sext) schenkten, was mit den Schwebungen schlechterdings Nichts zu tun hat.

dem Ergebnis, dass die Schwingungszahl des resultirenden Tones beim Maximum und Minimum die nämliche und zwar $= \frac{n+m}{2}$ sei. Und diese Formel sei exact, während die für ungleiche Intensitäten nur approximative Ableitung gestatte. Auch TAYLOR behauptet, die Tonhöhenschwankung bei ungleicher Intensität der Primärtöne selbst wahrzunehmen, und erblickt in dieser Erscheinung, die HELMHOLTZ nur als beiläufige betrachtet und nicht weiter verwertet, ein wesentliches Merkmal der Dissonanz. Denn die blosse Intensitätsschwankung und Rauhigkeit finde sich ebenso bei einem einzelnen blos intermittirenden Ton, dagegen diese Höhenschwankung bringe erst jene „eigentümliche Bitterkeit" (peculiar sourness) in den Eindruck, die für ein dissonantes Intervall charakteristisch sei. Bei grösseren verstimmten Intervallen, z. B. einer unreinen Octave, ergebe sich eine solche Höhenschwankung durch Collision des Grundtones mit dem ersten Combinationston, der diesem ganz nahe liegt, u. s. w.[1]). Man wird zugestehen, dass TAYLOR hier eine sehr bedeutende Ergänzung, ja Umbildung der HELMHOLTZ'schen Dissonanzlehre zur Discussion gestellt hat.

HENSEN, dem dies unbekannt zu sein scheint, spricht sich über den Schwebungston so aus[2]): „Schweben *a* und *h* miteinander, so würde die Faser für *b* am stärksten in Schwebungen versetzt werden müssen.... und es scheint, dass wir

---

[1]) ALFRED MAYER bemerkt (Americ. Journ. of Science VIII 253) gegen TAYLOR, er vernehme bei einer einzelnen in der Drehbank rapid gedrehten Stimmgabel gleichfalls eine Erhöhung des Tones bis zu einer kleinen Terz. Aber diese fortschreitende, nicht periodische, Erhöhung muss andere Gründe haben (vgl. BEETZ, POGG. Ann. Bd. 128 S. 490, Bd. 129 S. 313, 587). In unsrem Fall handelt es sich um periodische Erhöhung beim Minimum: und wie wollte man bei rapider Drehung die Tonhöhe des Minimums von der des Maximums unterscheiden? TAYLOR hatte dieses Experiment blos dazu angeführt, um die Entstehung der Rauhigkeit durch einen einzelnen Ton daran zu erläutern. Dagegen dass keine Tonerhöhung bei blosser Intermittenz eintritt, e wies er durch langsame Drehung.

[2]) HERM. Handb. III, 2 (1880) 96.

den Ton *b* müssten schwebend hören können, während wir in der Tat wechselnd *a* und *h* hören." HENSEN legt, wie wir sehen, seinen Folgerungen zunächst das Princip der specifischen Energien zu Grunde, und findet in der Beobachtung ebenfalls eine Abweichung davon, aber keineswegs die von HELMHOLTZ angegebene Erscheinung (deren er an anderer Stelle Erwähnung tut, ohne den Widerspruch zu heben[1]).

BOSANQUET gibt Folgendes an[2]. Bei nahezu gleich hohen Primärtönen wird nur Ein Ton vernommen, der zwischen beiden liegt, diese selbst aber nicht. Bei grösserem Unterschiede der Primärtöne kommt ein Punct, wo zwei verschiedene Töne, aber auch immer noch Schwebungen gehört werden. Dieses „kritische Intervall", wo der Eine Ton in zwei auseinandergeht, beträgt in der mittleren Region etwa zwei Komma's, variirt jedoch nach Personen. Etwa von der kleinen Terz an verschwinden die Schwebungen und hört man zwei gleichmässig dauernde Töne. Von einer Schwankung der Tonhöhe erwähnt BOSANQUET in allen Fällen Nichts.

2. Prüfung der aus den objectiven Schwingungsverhältnissen abgeleiteten Folgerungen.

Ich kann nun zunächst die von HELMHOLTZ und TAYLOR für den Fall ungleicher Intensität der Primärtöne angegebenen Erscheinungen **nicht** bestätigt finden. Machen wir den Fall concret. Zwei Gabeln $C^{\circ} = 64$ und $C^{\times} = 66$ müssten beim Stärkeverhältnis $C^{\circ} : C^{\times} = 11 : 10$ nach den obigen Formeln um eine volle Quarte nach oben, also zwischen C und F, und bei umgekehrtem Stärkeverhältnis $10 : 11$ um eine Quinte nach unten, also zwischen C und F_1 schwanken. Denn der Maximumton wäre ein $C = 65$, der Minimumton wäre ein $F = 86$, bez. ein $F_1 = 44$.

Bei den Tönen 400 und 401 (g^1) und dem Stärkeverhältnis 50:51 würde für das Minimum der Ton 451 (*ais*^{1}) bez. 350 (etwa f^1) resultiren.

[1] S. 84. Vielleicht würde er ihn so lösen, dass er selbst bei gleichen, HELMHOLTZ bei ungleichen Intensitäten beobachtet habe.

[2] Philos. Mag. XI (1881) 420—1.

Man müsste also eine Art Triller hören zwischen dem Maximum- und Minimumton, wenn auch einen sg. Bockstriller, wie der Musiker sagt, wenn die Intensität ungleich und die Töne mehr als einen Ganzton entfernt sind.

Möge nun Jeder zuhören, ob er diese Erscheinungen wahrnimmt. Man wird seinen Ohren zehnmal mistrauen, ehe man die Aussage eines Beobachters wie Helmholtz in Zweifel zieht. Ich kann aber schliesslich nur sagen, dass ich bei aller Aufmerksamkeit an allen möglichen Instrumenten diese Schwankungen nicht habe beobachten können, und dass mir ihr Nichtvorhandensein nur um so evidenter wurde, je öfter und aufmerksamer ich die Erscheinungen studirte.

Dass man zuerst glauben kann, wenn nicht solch' bedeutende, doch wenigstens überhaupt eine Schwankung zu hören, zumal wenn man nach der Berechnung eine erwartet, ist immerhin begreiflich. Denn beim Maximum soll ja der Ton sich nur sehr wenig von den Primärtönen unterscheiden; beim Minimum aber ist eben die Tonstärke so gering, dass man jenachdem sowol eine Erhöhung als eine Vertiefung darin finden kann: eine Erhöhung wegen des oben 472 nach Helmholtz selbst erwähnten Täuschungsmotivs — eine Vertiefung, weil schwächere Töne leicht tiefer scheinen (I 237). Vielleicht könnte man sogar willkürlich, jenachdem man mehr die Erhellung oder mehr die Schwächung beachtet, die eine oder andere Täuschung hervorrufen. Ferner vgl. u. 481 Anm.

Für den Fall gleicher Amplitude ist schon das Rechnungsergebnis S. Taylor's bezüglich der resultirenden Schwingungsdauer unrichtig. Es liegt ja in der Natur der Sache und springt bei Betrachtung der Wellenfiguren (vgl. o. 28) sofort in's Auge, dass sich auch hier die Wellenlänge vom Maximum der Resultirenden zum Minimum und umgekehrt verändert und beim Maximum grösser als beim Minimum ist. Ich habe mir die Frage nicht blos für kleine Tonunterschiede sondern allgemein vorgelegt, nach welchem Gesetz bei der Superposition zweier Sinuswellen die Länge der resultirenden Welle zwischen dem Maximum ihrer Amplitude und dem Minimum wechselt; und da-

bei die bereits o. 27—28 erwähnten Formeln gefunden. Nennen wir L und l die Längen der grösseren und kleineren Sinuswelle, L' die grösste und l' die kleinste Länge der Resultirenden, so ist für $\frac{L}{l} > 3$, d. h. für alle Intervalle innerhalb der Duodecime, also auch für alle Fälle von Schwebungen

$$L' = \frac{2Ll}{L+l} \qquad l' = \frac{Ll}{L+l}$$

Die grösste Länge, welche zugleich beim Maximum der Amplitude stattfindet, ist das harmonische Mittel der beiden ursprünglichen Wellenlängen, die kleinste, die beim Minimum der Amplitude stattfindet, ist die Hälfte der grössten. Man muss also, wenn und solange nur Ein Ton gehört wird und dessen Höhe durch die Länge der resultirenden Welle bedingt ist, den Ton zwischen den Endpuncten einer vollen Octave wechseln hören. Beim Maximum der Schwebungsstärke muss er zwischen den Primärtönen, beim Minimum eine Octave höher liegen. Wenn auch vielleicht der Minimumton wegen seiner Schwäche nicht deutlich vernommen würde, der Maximumton müsste doch vollkommen deutlich sein.

Dass dies nun nicht allgemein, in allen Fällen von Schwebungen, zutrifft, ist offenbar. Es sind ja z. B. bei Anwendung einer *C*- und einer *G*-Gabel noch deutlich Schwebungen zu hören, 33 in der Secunde. Hier würde der berechnete einfache Ton zwischen *E* und *e* abwechseln, *C* und *G* dagegen nicht gehört werden. Factisch hört man nur das unveränderte *C* und *G*. Bei *C* und *E* ($16^1/_2$ Schwebungen) müsste der Ton zwischen *D* und *d* wechseln, *C* und *E* dagegen wieder nicht gehört werden; was wiederum nicht zutrifft.

Lassen wir die Differenzen der Primärwellen immer kleiner werden, so müsste allerdings der Maximumton zuletzt so wenig von den Primärtönen verschieden sein, dass er schwer oder nicht mehr als verschieden und zwischen ihnen liegend erkannt werden könnte. In diesem Falle würde es nun darauf ankommen, ob der Übergang von der tieferen zur höheren Octave

innerhalb der Resultirenden stetig oder sprungweise erfolgt. Im ersteren Fall müsste man einen zwischen diesen Endpuncten ruhelos auf und ab heulenden Ton statt der Primärtöne vernehmen, und diese stetige Änderung würde sich bei kleineren Differenzen der Primärwellen immer langsamer vollziehen, könnte also unsrer Wahrnehmung um so weniger entgehen. Auch hievon ist absolut Nichts zu bemerken. Im zweiten Fall (und dieser entspricht, soviel ich sehe, den geometrischen Verhältnissen) könnte uns der Minimumton allerdings wegen seiner Kürze und Schwäche entgehen und würde dann blos ein zwischen den Primärtönen in der Mitte liegender statt ihrer vernommen werden.

Nur also für sehr kleine Differenzen der Primärtöne könnte sich eine leidliche Übereinstimmung der auf die objectiven Schwingungsverhältnisse gegründeten Berechnung mit den Beobachtungen ergeben. Aber die Schwebungen sind eben nicht auf solche Fälle beschränkt.

Verlassen wir daher einstweilen den theoretischen Leitfaden und fragen wir mit um so besserer Berücksichtigung der verschiedenen Umstände die Beobachtung.

3. Neue Beobachtungen.

Es finden, soweit ich meinen Ohren in wesentlicher Übereinstimmung mit mehreren anderen von guter Qualification trauen darf, je nach Umständen verschiedene Erscheinungen statt. Man kann dieselben auch unbedenklich an obertonhaltigen Klängen studiren, da die Aufmerksamkeit ja auf die Grundtöne und ihre Umgegend concentrirt wird.

a) Wenn ich in mittlerer Region zwei um etwa einen Halbton verschiedene Töne zusammen angebe, z. B. gis^1 und a^1 der Violine, so höre ich die beiden Primärtöne, ausser diesen aber einen dritten, der zwischen ihnen liegt, etwas näher an dem tieferen als an dem höheren. Derselbe besitzt eine sehr weiche Farbe, wird bei starker Aufmerksamkeit innerhalb des Ohres localisirt; und er ist es, welcher schwebt, während die Primärtöne ruhig bleiben. Diese beiden äusseren Töne sind dabei nach meinem Urteil merklich ab-

geschwächt, mehr als sonst die Abschwächung bei gleichzeitigem Erklingen zweier Töne beträgt.

b) Nehme ich in derselben Region weiter auseinanderliegende Töne, wie g^1 und a^1, so höre ich nichts mehr von dem mittleren Ton sondern nur die beiden Primärtöne; und diese beiden scheinen selbst zu schweben. Wenn ich jedoch die Aufmerksamkeit vorzugsweise einem von ihnen zuwende, scheint immer dieser der schwebende.

c) Nehme ich umgekehrt zwei Töne, die viel näher aneinander liegen als eine Halbtonstufe, so dass sie der Unterscheidungsschwelle für gleichzeitige Töne nahekommen, so vernehme ich Einen Ton, und diesen schwebend. Es ist schwer zu sagen, ob er in der Mitte der primären Töne liegt.

Auch Herr Prof. JOACHIM war so gütig, zu dergleichen Versuchen sein Ohr zu leihen. Er spielte selbst auf seiner Violine die Töne, die er mit allbekannter Reinheit der Intonation, Ruhe und Gleichmässigkeit des Striches während längerer Zeit festhielt und wiederholte. Das Ergebnis war ein ähnliches. Ich berichte aber nicht blos die Endurteile, zu denen er gelangte, sondern auch die anfänglichen davon abweichenden, da dies für Solche, die die Beobachtungen wiederholen, instructiv sein wird.

(α) Bei $gis^1 a^1$ glaubte er anfänglich „eine Art Triller" wahrzunehmen [1]. Dann fiel ihm ein gewisses Knistern auf —

---

[1]) Diesen Eindruck hatte auch eine andere musikalische Person, die ich nur vorübergehend einmal fragte; obgleich man beim Musikhören doch den Zusammenklang $gis^1 a^1$ sehr wol unterscheidet von dem Triller zwischen diesen Tönen. Die Ursache liegt offenbar darin, dass man in der Musik eben nicht auf Schwebungen hört und dass nun, wenn dieses Phänomen zum deutlichen Bewusstsein kommt, das Kollern und Stossen zunächst unter den musikalisch gewöhnlichen und nächstliegenden Begriff des Trillers zwischen den gehörten Tönen gebracht wird. Der rasche Intensitätswechsel während der Töne wird als gleichrascher Wechsel der Töne selbst gedeutet. Die schnelle periodische Abwechselung ist das Tertium comparationis. Bei schwebenden Terzen findet diese Verwechselung nicht mehr Statt, weil eben auf Terzen der musikalische Begriff des Trillers nicht mehr anwendbar ist.

er verglich es dem elektrischen Knistern —, dem er die Tonhöhe c^1 zuschrieb. Es zeigte sich, dass man diesen Ton auch beim Hineinblasen in die Schalllöcher des Instruments leise vernehmen konnte. Es war also eine zufällige Nebenerscheinung, die aber seine Aufmerksamkeit ganz besonders abzog, während ich sie zuerst nicht wahrgenommen hatte[1]). Die Töne gis^1 und a^1 selbst vernahm J. ihrer Höhe nach völlig unverändert. Als das Subject der Schwebungen, des Rollens, erschien ihm der Knisterton.

(β) e^1 dis^1 (auf der g- und d^1-Saite; der Halbton absichtlich etwas kleiner genommen): Hier nahm J. ausser den Primärtönen einen dritten mittleren Ton wahr, welcher dem tieferen Primärton näher lag.

(γ) gis^1 a^1 wiederholt: Jetzt glaubte J. auch hier einen mittleren Ton zu hören und zwar von „hohler, weicher, trommelartiger Klangfarbe". Vielleicht deutet letzterer Ausdruck zugleich darauf, dass er die Schwebungsstösse jetzt auf diesen Ton bezog, doch habe ich versäumt, über diesen Punct ausdrücklich zu fragen oder die Antwort zu notiren.

Versuche in Gemeinschaft mit Herrn Prof. Gustav Engel in Berlin (3. I. 85) an dessen „mathematischem Harmonium", welches Differenzen von einem oder zwei Komma's anzugeben gestattet[2]), lieferten besonders ergiebige Bestätigungen und zugleich Erweiterungen dieser Beobachtungen durch Ausdehnung auf verschiedene Tonregionen.

E_1 G_1: Beide Töne deutlich zu hören; im Übrigen stört das Schnarren die Beobachtung.

C E: Beide Töne deutlich.

C Cis: Ebenso. Beide Töne werden schwebend gehört, jeder sobald man die Aufmerksamkeit auf ihn wendet. Ausser-

---

[1]) Die Gewohnheit, auf Harmonien zu achten — meinte Joachim wol mit Recht —, habe ihm diesen durch ein grösseres Intervall von den Primärtönen getrennten Ton besonders auffällig gemacht.

[2]) Vgl. G. Engel, Das mathematische Harmonium, ein Hülfsmittel zur Veranschaulichung der reinen Tonverhältnisse, 1881. Ein Komma = der 81. Teil eines Ganztons.

dem hört man zwar ebenfalls beide, bezieht aber das Schweben auf das Ganze.

c cis: Zunächst war auch hier nichts weiter an Tonqualitäten wahrzunehmen als die beiden Töne selbst (vgl. u. *c des*).

$c\,c^{\times}$ (ein Kreuz bedeutet: ein Komma höher): Hier hört man ebenfalls beide Töne mit der scharfen Klangfarbe der Zungen, daneben aber einen mittleren weichen Ton, schwebend und im Ohr localisirt. Ich vernahm diesen sogleich; Engel erst nachdem ich ihn aufmerksam gemacht.

$c^2\,c^{2\times}$: Ebenso, nur dass die beiden Primärtöne noch deutlicher von einander geschieden werden.

* $c^2\,c^{2\times\times}$ (zwei Komma's höher): Ebenso, nur der mittlere Ton weniger deutlich, zu schnell schwebend.

* $c^1\,c^{1\times\times}$: Dieselben Wahrnehmungen besonders deutlich. Der Zwischenton schien mir dem tieferen entschieden näher zu liegen als dem höheren.

Hierauf wurden grössere Intervalle in dieser Gegend untersucht, Halbtonintervalle und darüber: hier wurden wieder nur die beiden primären Töne, kein dritter vernommen.

Darauf ging ich mit den Versuchen wieder in tiefere Regionen:

* *c des*: Ich bemerkte nun auch hier den mittleren Ton ausser den primären, und dem tieferen derselben näher liegend. Engel konnte den mittleren nicht bemerken. Hier schien also eine Grenze zu liegen (vgl. o. *c cis*).

c d: Nur die primären Töne.

* $c\,c^{\times\times}$: Auch der mittlere, mit dem tieferen fast zusammenfallend, gleichwol noch deutlich von ihm unterscheidbar (vgl. o. $c\,c^{\times}$).

* $C\,C^{\times\times}$: Ebenso, nur alle Töne nicht mehr so scharf unterscheidbar.

C Cis: Jetzt schien mir auch hier nach inzwischen erlangter Übung ein mittlerer vorhanden, aber dem tieferen äusserst nahe und sehr undeutlich.

Bei diesen Versuchen war stets zuerst jeder der beiden Primärtöne einzeln angegeben und dem Gedächtnis eingeprägt worden. Der Zusammenklang wurde so oft wiederholt, bis das Urteil sich

möglichst festgesetzt hatte, und dazwischen immer die Primärtöne einzeln verglichen.

Nach obiger Reihe machte ich noch Versuche in der Art, dass ich die mit * bezeichneten Fälle wiederholte und jedesmal einen mittleren Ton unter den auf dem Instrument disponiblen aufsuchte, welcher dem gehörten mittleren Ton möglichst gleichkam. Dadurch wurde wiederum das Urteil bedeutend befestigt, indem der nun objectiv angegebene als identisch mit dem vorher gehörten wiedererkannt wurde. So wurde bei $c^2 c^{2\times\times}$ der mittlere schwebende Ton als gleich oder nahezu gleich dem $c^{2\times}$ gefunden; analog bei $c^1 c^{1\times\times}$. Bei *c des* wurde ein erhöhtes *c* zur Controle benützt, und hier konnte ich deutlich bemerken, dass der mittlere Schwebungston etwas höher war als dieses. Sehr entschieden gestaltete sich das Urteil auf diese Weise auch bei $c c^{\times\times}$ und $C C^{\times\times}$.

4. Physiologische Theorie.

Suchen wir uns nun vom Zustandekommen dieser Erscheinungen Rechenschaft zu geben, so ist nach dem Vorangegangenen klar, dass in den Eigentümlichkeiten der Schwebungswellen die Erklärung nicht gefunden werden kann. Aber die objectiven Schwingungen sind ja auch nur entferntere Ursachen der Tonempfindungen, die näheren sind die physiologischen Processe. Diese betreffend haben wir bereits mit Grund angenommen, 1) dass eine objectiv unzerlegte aber in Sinusschwingungen zerlegbare Schwingung im Ohr in solche zerlegt wird, 2) dass umgekehrt eine objectiv einfache Schwingung im Ohr eine gewisse Anzahl benachbarter Fasern erregt, denen verschiedene Endgebilde (sagen wir Ganglienzellen) und verschiedene specifische Energien entsprechen; dass aber dennoch in diesem Falle vermöge einer gegenseitigen Beeinflussung eine einzige Gesammtenergie entsteht, ein einziger Ton gehört wird (o. 111 f.). Lassen wir nun

(Zu a) gis^1 und a^1 einwirken, so werden durch jede dieser Schwingungen eine Anzahl (sagen wir 60) Fasern erregt und zwar ein Teil derselben gemeinsam, wodurch Schwebungen entstehen. Bei einer mittleren Faser muss diese Erregungsweise am kräftigsten eintreten, bei derjenigen, die von beiderlei Schwin-

gungen gleichstark erregt wird. Nun ist es blos eine weitere Anwendung des obigen Princips der Bildung einer Gesammtenergie, wenn wir annehmen, dass diese Faser (bez. Ganglion) die ihr benachbarten in ihre specifische Energie hineinzwingt, dass sie das Centrum einer besonderen, qualitativ einheitlich erregten Gruppe, die physiologische Unterlage eines besonderen Tones wird. Es wird also ausser a^1 und *gis*¹ ein zwischen beiden liegender dritter Ton gehört. Und dieser muss schwebend gehört werden, dagegen *gis*¹ und a^1 nicht schwebend, da diese Töne eben nur solchen Fasern (Ganglien) entsprechen, die ausserhalb der gemeinsamen Erregungszone liegen. Ferner folgt, dass *gis*¹ und a^1 schwächer gehört werden als wenn sie isolirt mit gleicher Reizstärke angegeben werden, weil nicht so viele Fasern auf jeden der Töne kommen wie im letzteren Fall, sondern ein Teil durch die mittlere Gruppe absorbirt wird.

Für diese selbst können wir die Stärke nach der Helmholtz'schen Tabelle über die Intensität des Mitschwingens (238, vgl. 287) ungefähr berechnen. Setzt man die Schwingungsintensität einer primär erregten Faser (d. h. einer solchen, deren Eigenschwingung mit der objectiven übereinstimmt) = 100, so wird eine Faser, welche von der primär erregten um 0,2 Ganzton absteht, hienach durch dieselbe objective Schwingung beiläufig (von genaueren Bestimmungen kann natürlich noch keine Rede sein) mit der Intensität 41, eine welche um 0,3 absteht, mit der Intensität 24 miterregt. Wir können also für die Differenz eines Vierteltons, um welche in unsrem Falle die mittlere Faser von den beiden primär erregten absteht, die Intensität 30 annehmen. Da sie von beiden Seiten zugleich miterregt wird, so wird ihre Schwingungsintensität beim Maximum der Schwebungen, wo sich beide Wirkungen summiren, $2 \times \frac{30}{100} = \frac{3}{5}$ von der Schwingungsintensität jeder der beiden primär erregten Fasern sein. Der mittlere schwebende Ton wird also schwächer sein als die Primärtöne, aber sehr wol noch neben ihnen hörbar sein.

Dieses Alles ist denn auch durch die Beobachtung bestätigt.

Dass der Zwischenton im Ohr localisirt wird, begreift sich. Die Aufmerksamkeit ist eben von vornherein, sobald er überhaupt wahrgenommen wird, auf ihn als auf eine subjective Erscheinung gerichtet. Unter ähnlichen Bedingungen werden auch Differenztöne, Ohrenklingen und die hohen durch die Construction des Ohres begünstigten Obertöne vorzugsweise in's Ohr verlegt.

Die besonders weiche Klangfarbe (Tonfarbe) hängt damit zusammen und findet sich darum ebenso in den ebengenannten Fällen bei Tönen gleicher Region. Nur unanalysirten Klängen mit Obertönen wird die von diesen und ihren Schwebungen herrührende Helligkeit und Schärfe als Eigentümlichkeit des Ganzen zugeschrieben. Auch die Nebengeräusche bei der Tonerzeugung werden nur bei unanalysirten Primärklängen als Eigenschaften derselben aufgefasst; sobald und soweit die Grundtöne der Primärklänge (*gis*[1] und *a*[1]) von den übrigen Bestandteilen gesondert wahrgenommen werden, verlieren auch diese Töne ihre Schärfe. Aber die gesonderte Wahrnehmung ist hier eben schwerer, schon weil die bezüglichen Obertöne, die nächsten wenigstens, mit den Grundtönen stark verschmelzen; während andrerseits der Zwischenton durch seine Schwebungen sich von vornherein als ein von allen übrigen Klangbestandteilen wolgesondertes Moment darbietet (vgl. o. 337), sobald nur einmal die Aufmerksamkeit von den Primärklängen abund diesem subjectiven Ton zugewandt ist.

Dass der Zwischenton dem tieferen Primärton näher liegt als dem höheren, könnte man als eine Täuschung der Auffassung bezeichnen, insofern einfache weiche Klänge uns leicht zu tief scheinen. Da aber das Urteil bei genauerer Controle Stand hielt und nur bestimmter wurde, so möchte ich doch hierin eine Tatsache der Empfindung erblicken. Vielleicht lässt sie sich auf eine grössere Mitschwingungsfähigkeit der höheren gegenüber den tieferen Fasern zurückführen (worauf ja auch die grössere Empfindungsstärke der höheren Töne hinweist). Diese muss zur Folge haben, dass der höhere Primärton bei gleicher

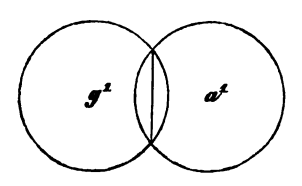
objectiver Stärke mehr Fasern für sich in Anspruch nimmt und so die mittlere Gruppe, die im Allgemeinen zwischen beiden primär erregten Fasern liegt, mehr nach der tieferen zu drängt. Die maximal schwebende Zwischenfaser liegt dann also nicht ganz in der Mitte sondern näher an der tieferen primär erregten. Freilich ist die Frage, ob die Mitschwingungsfähigkeit schon von gis^1 nach a^1 so viel wächst, dass eine merkliche Verschiebung des Zwischentons eintreten kann. Man müsste vor Allem die Reizstärke auf's Genaueste reguliren können, um darüber zu entscheiden. Eine dritte Möglichkeit wäre die, dass durch die beiden primären physiologischen Processe (oder durch einen von ihnen) der mittlere im Sinne der Vertiefung beeinflusst würde; wovon allerdings unter gewöhnlichen Umständen, d. h. bei Tönen, die nur auf Pendelschwingungen der Fasern beruhen, Nichts zu bemerken ist.

Endlich mag auch eine eigentümlich durchdringende Wirkung des ganzen Eindrucks auf der geschilderten Entstehungsweise beruhen[1]). Bei einem sehr starken Ton dieser Region sind unter gewöhnlichen Umständen voraussetzlich mindestens 60 Fasern erregt, während die sehr heftige Erregung beim Schwebungsmaximum nur auf wenige Fasern kommt. Man vergleiche einen spitzen und einen breiten Eindruck auf die Haut bei gleicher lebendiger Kraft der Einwirkung. Es sind wol auch wirklich Tastempfindungen des Trommelfells hier beteiligt.

(Zu b) Rücken wir nun die Primärtöne weiter auseinander, so werden bis zu einer gewissen Grenze noch zwischenliegende Fasern (Ganglien) gemeinsam erregt. Aber schon ehe diese Grenze eintritt, ist die Erregung des Centrums dieser Gruppe nicht mehr kräftig genug, um die übrigen ihr angehörigen Teilchen in dessen specifische Energie hineinzuzwingen. Dieselben werden vielmehr, obgleich die Intensität ihrer Erregung durch beide objective Schwingungen gemeinschaftlich bestimmt wird und daher Schwebungen entstehen, doch in Bezug auf

[1]) Die oben erwähnte musikalische Person verspürte, wie sie sich ausdrückte, die Wirkung „bis in die Fussspitzen“.

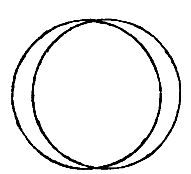
die Art der Ganglienerregung, also die Qualität des gehörten Tones, sich teils der rechten teils der linken Gruppe anpassen, derjenigen welcher sie zunächst liegen.



Und selbst wenn sie noch eine besondere mittlere Gruppe bildeten, würde der Ton ausserordentlich schwach sein, wegen der geringen Anzahl der Fasern und der Schwäche der Erregung. Man wird daher keinen mittleren Ton mehr hören, sondern **nur die beiden Primärtöne**, diese aber stärker als im vorigen Falle, da mehr Fasern auf jeden kommen. Die Schwebungen werden als solche der Primärtöne vernommen werden, da eben die schwebenden Teilchen nicht mehr einen selbständigen Ton liefern sondern an der Erzeugung der Primärtöne mitbeteiligt sind.

Dies ist nach unseren obigen Beobachtungen der Fall bei g^1 und a^1. Dass die Schwebungen je nach der Richtung der Aufmerksamkeit bald dem einen bald dem anderen Ton zugeschrieben werden, begreift sich leicht und bildet nur einen besonderen Fall eines allgemeinen Verhaltens, das wir weiter unten besprechen. Die Intensität des Schwebungsmaximums für die mittlere Faser berechnet sich in der obigen Weise hier $= {}^1/_5$ von derjenigen der primär erregten; wodurch es vollkommen erklärlich wird, dass man den entsprechenden Zwischenton, auch wenn ein solcher in dem Klangganzen noch enthalten sein sollte, nicht heraushört.

(Zu c) Rücken wir umgekehrt die beiden Primärtöne von *gis*^{1} a^1 beginnend einander näher, so werden zuletzt die gemeinschaftlich erregten und schwebenden Teilchen in die Mehrzahl kommen und immer



weniger für die Primärtöne auf beiden Seiten übrig bleiben; und diese wenigen sind schwach erregt, weil sie schon den Grenzen der jeweiligen Erregungszone naheliegen. Sie werden also entweder in die specifische Energie der mittleren Gruppe hineingezogen oder wenigstens die ihrige so schwach zur Geltung bringen, dass die entsprechenden Töne, also die Primärtöne,

durch den mittleren für die Wahrnehmung unterdrückt werden. Man wird also nur den mittleren Ton vernehmen und diesen stark schwebend. Auch dies entspricht der Beobachtung.

Es ergibt sich also Alles aus den bereits früher angenommenen Principien. Das Princip der specifischen Energien in der Fassung, die ihm Helmholtz für das Ohr gegeben, unterliegt zwar einer Beschränkung, aber nicht etwa einer neuen Beschränkung im Fall der Schwebungen, sondern nur derselben, die wir bereits für die Fälle einzelner einfacher Töne angenommen haben: es wird ergänzt durch das Princip der gegenseitigen Beeinflussung benachbarter schwingender oder sonstwie erregter Teilchen, durch das Princip der Accommodation, wie wir kurz sagen können. Dagegen bedürfen wir nicht der Annahme, dass die Tonhöhe in irgend einem Falle durch die Form der zusammengesetzten, periodisch veränderlichen Welle bedingt würde; woraus sich vielmehr flagrante Widersprüche gegen die Beobachtung ergeben würden. Die Tonhöhe ist auch im Falle der Schwebungen lediglich bestimmt durch die Natur der erregten nervösen Gebilde, und unterliegt darum keiner periodischen Schwankung.

Zu erwarten ist danach, dass in allen Tonregionen analoge Classen von Erscheinungen auftreten, aber auch, dass die Grenzen der drei Fälle gegeneinander verschieden sein werden, da man ja in der Tiefe Schwebungen noch mit Leichtigkeit bis zur Quinte wahrnimmt und zugleich innerhalb eines und desselben Intervalles weniger Fasern liegen (geringere relative Unterschiedsempfindlichkeit), sodass z. B. die Fasern für Töne vom Unterschied eines Komma's unmittelbar benachbarte werden, während sie in den höheren Regionen noch eine Menge Fasern zwischen sich haben.

III. Zuteilung der Schwebungen an das Ganze oder bestimmte Teile eines Klanges.

Fragten wir vorher, welche Tonqualität den Schwebungen zugeschrieben wird bez. wirklich zukommt, so ist jetzt die Frage, welchem Ton die Schwebungen zugeschrieben werden.

Auch diese Frage musste zwar schon teilweise mitbesprochen werden, gestattet und verdient aber eine allgemeinere Fassung und Erörterung; wobei auch erheblich ungleiche Intensität der Töne, Nichtanalyse des Klanges, ferner Schwebungen von Beitönen in einem Klange und Schwebungen einzelner Teile in einem Zusammenklang in Frage kommen und in dieser Beziehung die regelmässigen Täuschungen der Auffassung besonders hervorzuheben sind.

Haben wir nur zwei objective Töne (oder auch zwei Klänge, bei denen die Schwebungen der Obertöne gegen die der Grundtöne verschwinden), so erledigt sich die Frage ziemlich einfach. Bei Nichtanalyse werden natürlich die Schwebungen als Eigentümlichkeit des Ganzen aufgefasst. Bei Analyse werden sie im Falle genauesten Hinhörens und hinreichender Übung den Tönen zugeschrieben, denen sie wirklich zukommen, also unter Umständen keinem der beiden Primärtöne, sondern einem zwischenliegenden. Bei weniger genauem Hinhören aber entweder den beiden Primärtönen oder demjenigen von ihnen, welchem etwa die Aufmerksamkeit besonders zugewandt ist. Die Aufmerksamkeit vereinigt dann die beiden Momente, die sie zugleich zu erfassen strebt, diesen Ton und die Schwebungen, zu einem engeren Ganzen. Manche glauben dann auch, wie schon erwähnt, die beiden Töne selbst abwechselnd zu hören (nicht blos abwechselnd zu beachten), indem sie den Intensitätswechsel und den Aufmerksamkeitswechsel mit Tonwechsel verwechseln und eben die beständige Unterbrechung jedes Tones ihnen die genauere Beobachtung erschwert.

Ob mit einer gewissen Regelmässigkeit dem tieferen oder dem höheren Primärton (bei gleicher Stärke derselben) die Schwebungen zugeschrieben werden, darüber bin ich zu keinem festen Ergebnis gelangt, und gerade dies ist hier auch ein Ergebnis. In manchen Fällen schien mir das Erste, in anderen das Zweite eine fast zwingende Auffassung. Sie mag aber jedesmal besondere augenblickliche Ursachen gehabt haben.

Wenn einer der beiden Töne erheblich stärker ist, so wird regelmässig dieser als der schwebende aufgefasst; wie mir Herr

Dr. K. SCHÄFER mitteilt, welcher hierüber eingehendere Versuche gemacht hat[1]). Fragmentarische Beobachtungen, die ich darüber zu verschiedenen Zeiten notirte, stimmen hiermit überein. Am auffallendsten tritt es hervor, wenn man zwei Gabeln rechts und links verteilt und die Entfernungen von den Ohren variirt. Über scheinbare Ausnahmen, wo nur der tiefere Ton schwebt, s. u. Diese regelmässige Auffassungsweise nun könnte man darauf zurückführen, dass die Aufmerksamkeit sich dem stärkeren Ton zuwendet, auch wenn der schwächere daneben unterschieden wird. Da wir jedoch auch auf den schwächeren willkürlich horchen können, so dürften hiebei noch andere und kräftigere Motive mitwirken, namentlich Gewohnheiten der Localisation, auf die wir hier nicht eingehen können.

Nun kann es weiter geschehen, dass mehr als zwei Töne in gleicher Stärke combinirt sind, von denen doch nur zwei untereinander schweben, z. B. *c g gis* c^1. Es kann ferner geschehen, dass schwache Beitöne, besonders Obertöne, Schwebungen bilden, während ein oder auch mehrere gleichzeitige Grundtöne unter sich keine bilden. So wenn ein Einzelklang gehört wird, innerhalb dessen zwei Obertöne merklich schweben (wie beim *C* des Claviers die Obertöne c^2 und d^2); oder ein Accord, dessen Töne weit auseinander liegen, aber mit Obertönen versehen sind, die nahe genug zusammen liegen.

In allen diesen Fällen besteht zunächst die Neigung, die Schwebungen, so lange ihnen die Aufmerksamkeit nicht besonders zugewandt ist, als eine Eigentümlichkeit des ganzen Klanges oder Zusammenklanges aufzufassen, d. h. diesen, wenn, sie langsam erfolgen, als wiegend, schwebend, wenn schneller als rollend, wenn noch schneller, als rauh oder markig aufzufassen gegenüber einem anderen, der keine oder weniger starke Schwebungen hat[2]).

---

[1]) Dieselben werden in der „Zeitschr. f. Psychologie u. Physiologie der Sinnesorgane“ 1890 veröffentlicht.

[2]) Vgl. HELMHOLTZ, Popul.-wiss. Vorträge I 88: „Schwebungen der Obertöne werden als Rauhigkeit des Gesammtklanges empfunden“.

Selbst wenn man weiss, dass das Rollen, die Rauhigkeit nichts Anderes ist als ein rascher Intensitätswechsel einzelner Töne, ist man insolange geneigt, sie dem Ganzen zuzuschreiben, als man nicht diesen einzelnen Tönen besondere genaue Aufmerksamkeit zuwendet. Erst dann (bei Obertönen freilich fast immer, sobald sie überhaupt herausgehört werden, da dies eben nur bei genauer Aufmerksamkeit zu geschehen pflegt) erkennt man diejenigen Töne als Träger der Schwebungen, welche wirklich Intensitätsschwankungen erleiden, und die übrigen als ruhend und glatt. Ich vermute, dass die obige Täuschung begünstigt wird durch die den eigentlichen Intensitätswechsel begleitenden Geräusche (unter Umständen auch Tastempfindungen), welche ja in der Tat jedem Ton des Ganzen mit gleichem Recht und Unrecht zugeteilt werden können.

Ein belehrender Versuch ergibt sich, wenn wir vor einem Ohr zwei Stimmgabeln Schwebungen machen lassen, und zugleich dem anderen Ohr eine von diesen beiden hinreichend verschiedene, mit keiner von ihnen schwebende, Gabel bieten. Auch hier werden die Schwebungen zunächst bei nicht einseitig concentrirter Aufmerksamkeit dem Ganzen zugeschrieben, auch hier aber können wir uns, und zwar leichter als gewöhnlich, von der Ruhe des nichtschwebenden Tones bei genauerem Hinhören überzeugen. Analoge Versuche hat FECHNER angestellt, indem er vor dem einen Ohr nicht Schwebungen aber Intermittenzen erzeugte, durch Bewegung einer Gabel, während die vor dem anderen Ohr ruhte; und hat im Allgemeinen auch analoge Ergebnisse gefunden[1]).

Zu den Fällen nun, wo in einem Zusammenklang zwei schwebende und ein ruhender Ton enthalten sind, gehört, wie es scheint, auch das (fast?) ausschliessliche Schweben des tieferen Tones bei verstimmten Consonanzen vom Verhältnis $1:h$, wo h nur wenig von einer ganzen Zahl differirt, also der verstimmten Octave $(1:2 \pm \delta)$, Duodecime $(1:3 \pm \delta)$, Doppeloctave $(1:4 \pm \delta)$ u. s. f. BOSANQUET hat diese Erscheinung

---

[1]) Über einige Verh. d. binoc. Sehens, Sächs. Ak. 1860, S. 550.

besonders verfolgt [1]) und sehr plausibel daraus erklärt, dass die Schwebungen hier durch das Hinzutreten eines dem tieferen Ton sehr nahe liegenden Differenztons der beiden Primärtöne entstehen (eines Differenztons erster Ordnung bei der Octave, zweiter Ordnung bei der Duodecime u. s. f.). Es liegen also nach dieser Erklärung hier drei Töne vor, von denen nur die zwei tieferen Schwebungen bilden. Diese beiden aber liegen einander zu nahe, um gesondert zu werden. Daher begreift es sich, dass nur der tiefere Primärton schwebend erscheint.

R. König, welcher in seiner mehrerwähnten Versuchsreihe auch zuerst über das Schweben des tieferen Tones Einiges bemerkt hat [2]), gibt allerdings an, dass die Erscheinung nur dann eintrete, wenn der höhere Primärton schwach genommen werde, oder wenn die Schwebungen bei Vergrösserung von δ eine gewisse Schnelligkeit erreichen. Bei gleicher Stärke der Primärtöne und langsamen Schwebungen beobachtete er, dass diese beiden Töne im Rhythmus der Schwebungen abwechselnd hervortreten. Indessen erklärt sich auch Dieses: beim Maximum wird durch die gegenseitige Verstärkung der beiden tiefen Schwingungen der höhere Primärton für die Wahrnehmung unterdrückt, beim Minimum kann er, da sich die tiefen Schwingungen gegenseitig schwächen, hervortreten, wenn er nicht an sich zu schwach ist. Dieser Tonwechsel ruht also auf analogen Ursachen, wie die o. 472' erwähnte Erscheinung des Hervortretens der Octave, nur dass dort die zwei primären Klänge selbst miteinander schweben und die höhere Octave nur als Oberton in ihnen enthalten ist.

Auf eine briefliche Anfrage hin schrieb mir Herr R. König noch Folgendes: „Man kann immer mit einem Grundton von einiger Stärke und harmonischen Tönen (worunter K. hier die höheren

[1]) Philos. Magazine VIII (1879) S. 293; XI (1881) 420 f., 492 f.; XII (1881) 270 f., 434. Ferner S. P. Thopmson daselbst XII 351 f. (bestätigt es bei Schwebungen verteilter Gabeln). Weitere Artikel beider Forscher (XII 434, XIII 68, 131) betreffen wesentlich nur Misverständnisse und Prioritätsfragen, indem Thompson die erste Entdeckung R. König zuschrieb (s. im Text weiter).

[2]) Pogg. Ann. Bd. 157, S. 188.

Primärtöne, verstimmte Multipla des tieferen Primärtons versteht) bis zu einer gewissen Grenze Stösse hervorbringen, bei denen nur der Grundton allein hörbar pulsirt. Ist jedoch der Grundton sehr schwach, so wird es über eine schon weit niedrigere Grenze hinaus nicht mehr gelingen, noch Stösse mit harmonischen Tönen von solcher Schwäche zu erzeugen als nötig sein würden, um den Grundton allein hörbar pulsiren zu lassen. Man ist dann gezwungen, um die Stösse überhaupt noch hervortreten zu lassen, den harmonischen Tönen eine verhältnismässig weit grössere Intensität zu geben, bei der ihr abwechselndes Hervortreten praedominirend wird. Also z. B. bei dem sehr schwachen Grundton der gedackten Pfeife A_1, mit der als Grundton ich Stösse bis zum Intervall 1 : 14 gehört (s. o. 464), erhält man bis zu 1 : 6 und 1 : 7 die deutlichsten Stösse, wenn die relative Intensität der beiden primären Töne der Art ist, dass man nur den Grundton allein pulsiren hört; aber über diese Grenze hinaus muss man den harmonischen Tönen Intensitäten geben, bei denen ihr periodisches Hervortreten immer stärker wird, während die geringen periodischen Intensitätsveränderungen des so sehr schwachen und tiefen Grundtones sich dann immer schwerer beobachten lassen. — Als ich die Experimente mit dieser gedackten Pfeife A_1 machte, war mein Augenmerk hauptsächlich nur auf die Hörbarkeit der Stösse überhaupt gerichtet, und ich habe da denn leider in der Beschreibung der Erscheinungen eine kleine Lücke gelassen, auf welche Ihr wertes Schreiben mich aufmerksam gemacht hat.“

Es bleibt aber immer noch die Differenz, dass nach Bosanquet auch bei gleicher Intensität der Primärtöne der tiefere allein schweben soll. Unter meinen Notizen aus älterer Zeit finde ich die folgende: „Wenn ich die Gabel *Fis* an's Ohr halte und mit der Gabel *g* demselben Ohr von der Ferne näher rücke, so entstehen Schwebungen von *g* mit *fis*, dem ersten Oberton von *Fis*. Mir scheint hier aber nur *Fis* selbst zu schweben, obgleich ich *g* unterscheiden kann. Wenn ich umgekehrt die *g*-Gabel vor das Ohr halte und die *Fis*-Gabel von der Ferne näher rücke, so scheint wieder nur *Fis* zu schweben, welches an den Schwebungen doch ganz unbeteiligt ist.“ Ich

hatte damals noch keine Kenntnis von der Erklärung Bosanquet's und betrachtete die Sache als eine merkwürdig constante Täuschung. Um so mehr dürfte die Beobachtung in's Gewicht fallen. Nun habe ich solche Versuche mit frei angeschlagenen Gabeln wiederholt, auch mit höheren und bei geringerer Verstimmung, und finde das Nämliche. Besonders deutlich immer dann, wenn die höhere vor das Ohr gehalten und die tiefere genähert wird. Sobald diese überhaupt, sei es auch noch so schwach, vernommen wird, erscheint sie mir meistens bereits als die schwebende; und sobald Schwebungen vernommen werden, erscheinen sie als Schwebungen der tieferen. Auch im umgekehrten Fall tritt das Schweben der tieferen am klarsten hervor, und sie beginnt schon rauh zu werden, ehe man noch die höhere unterscheidet; doch fand ich hier auch diese zuweilen schwach discontinuirlich, und zwar mit gleicher Zahl der Schwebungen. Diese Schwebungen der höheren sind leicht erklärbar durch den ersten Oberton der tieferen und müssen in der Tat die nämliche Schnelligkeit haben wie die der tieferen mit dem Combinationston. Man muss sich nur wundern, dass sie nicht deutlicher sind.

Bosanquet scheint mir also, soweit ich hienach urteilen darf, im Tatsächlichen Recht zu haben; ja es wird sogar bei viel geringerer Stärke des tieferen Tones hauptsächlich dieser als schwebender vernommen. Indessen tut die zufällige oder willkürliche Richtung der Aufmerksamkeit auch hier Vieles und ist Fortsetzung der Beobachtungen erwünscht. Theoretisch bleiben drei Fragen: 1. Kann man in unsren Fällen eine hinreichende Stärke des Combinationstones voraussetzen, um so merkliche Schwebungen zu erzeugen? 2. Warum sind die Schwebungen der höheren Gabel mit dem ihr zunächstliegenden Oberton der tieferen nicht mindestens eben so merklich? 3. Sind die sg. Combinationstöne höherer Ordnung, welche die Durchführung der Bosanquet'schen Erklärung (bei Duodecimen u. s. w.) verlangt, wirklich direct aus den Primärtönen ableitbar?

Sehr merkwürdig ist aber auch, dass dieses Schweben der tieferen Gabel bei verstimmten Consonanzen $h:1$ auch dann

auftreten kann, wenn die Gabeln rechts und links verteilt werden. S. P. THOMPSON hat dies beobachtet und ich kann es im Allgemeinen bestätigen. Am besten gebraucht man dazu Gabeln auf Resonanzkästen, etwa c und ein verstimmtes c^1, weil diese länger kräftig tönen. Man bringt den Kopf zwischen die Öffnungen beider Kästen und kann so leicht jedes beliebige Stärkeverhältnis erzeugen. Die Schwebungen sind unverkennbar, haben dieselbe Schnelligkeit wie beim einohrigen Hören und finden sich nur auf der Seite der tieferen Gabel. Wenn nun wirklich der Combinationston daran Schuld ist, so haben wir hier einen Beweis für die Bildung von Combinationstönen bei verteilten Gabeln, welche man direct bis jetzt nicht hat beobachten können. Allerdings dürfte hier nicht die Knochenleitung sondern die Luftleitung vermitteln. Aber auch diese ist sonst nicht im Stande, Combinationstöne von Ohr zu Ohr für sich wahrnehmbar zu erzeugen [1]).

Dass Schwebungen der höheren Gabel hier gar nicht bemerkt werden (wenigstens konnte ich mich nicht mit Sicherheit von solchen überzeugen), begreift sich, da Gabeln auf Resonanzkästen nur schwache Obertöne haben und dieselben auf dem Wege zum anderen Ohr noch schwächer werden.

Bei frei angeschlagenen verteilten Gabeln können, soweit überhaupt Schwebungen wahrzunehmen sind, die der höheren Gabel eben so merklich und merklicher werden als die der tieferen. Hier wird die Bildung des Combinationstones eben nicht

---

[1]) S. o. 256 Anm. 2. Nachträglich teilt mir Herr Dr. K. SCHÄFER als weiteres Ergebnis der oben erwähnten Studien mit, dass es ihm gelungen sei, wirklich wahrnehmbare Combinationstöne bei verteilten Gabeln zu erzeugen, und zwar sowol durch Luft- als Knochenleitung. Man dürfe den Gabeln nicht maximale und nicht die gleiche Stärke erteilen. Der stärkere Ton dringe dann zum anderen Ohr hinüber und erzeuge hier, schwächer geworden, mit dem von vornherein schwächeren dieses Ohres den Differenzton, der daher stets auf der Seite der leiseren Gabel gehört werde. Doch sei das richtige Intensitätsverhältnis schwer zu finden. Ich habe augenblicklich, in Ferien weilend, nicht Gelegenheit, diese interessante Beobachtuug, wodurch eine wundersame Lücke ausgefüllt wird, zu wiederholen, zweifle aber nicht an ihrer Richtigkeit.

durch die Luftleitung unterstützt (ausser etwa in den hohen Regionen). Dagegen sind hier kräftigere Obertöne vorhanden, welche auch durch die Knochenleitung hinüberdringen.

Doch ist von Schwebungen verstimmter Consonanzen $h:1$ unter diesen Umständen überhaupt nur sehr wenig in besonders ausgesuchten Fällen zu bemerken.

§ 28. Geräusch und Klangfarbe.

Zwei schwierige Begriffe und die damit zusammenhängenden Urteilstatsachen bleiben uns noch zu besprechen; Begriffe, bei deren richtiger Auffassung der Begriff der Auffassung selbst eine Rolle spielt. Beide gehören wie die Schwebungslehre in diesen Abschnitt unsres Werkes und in unmittelbare Nähe zu einander. Denn dass die Klangfarbe wesentlich auf einer Mehrheit gleichzeitiger Töne beruht, ist anerkannt; für Geräusche wird das Gleiche von Vielen behauptet. In beiden Fällen wird auch die Nichtunterscheidung der Bestandteile meistens als etwas Wesentliches hervorgehoben. Da überdies Klangfarben zugleich vielfach durch die Anwesenheit von Geräuschen charakterisirt sind, andererseits manche „Geräusche“ ebensogut als kurze Töne von dumpfer Klangfarbe bezeichnet werden können, so werden die Untersuchungen über diese beiden Begriffe und die darauf bezüglichen Auffassungserscheinungen manche Berührungspuncte bieten, um deren willen wir sie in Einem Paragraphen zusammenfassen.

I. Geräusche und ihr Verhältnis zu Tönen.

1. Stand der Frage.

In neueren Darstellungen wird ein Geräusch vielfach als eine grosse Anzahl benachbarter nichtunterschiedener Töne definirt [1]). Helmholtz sagt in dieser Hinsicht (S. 14): „Man kann

[1]) Unter den älteren Definitionen sind die von Rameau und von Condillac merkwürdig. Nach Rameau (Démonstr. du Princ. de l'Harm. 1750, p. 12) ist das Geräusch eine einfache, der Ton eine mehrfache Empfindung (wegen der Obertöne). Er bestimmt den Unterschied also

Geräusche aus musikalischen Klängen zusammensetzen, wenn man z. B. sämmtliche Tasten eines Claviers innerhalb der Breite von einer oder zwei Octaven gleichzeitig anschlägt." Jedoch scheint HELMHOLTZ in der vorausgehenden Beschreibung noch mehr Gewicht zu legen auf den „schnellen Wechsel verschiedenartiger Schallempfindungen", „stossweise aufblitzender verschiedenartiger Laute". Er zögert wol nur darum, geradezu von „Tönen" zu sprechen, weil er diesen Ausdruck den längeren, gleichmässig dauernden Schallempfindungen vorbehält; doch nennt er die Elemente der Geräusche wenigstens auch „Klangempfindungen". Da er solchergestalt die Geräusche auf dieselben Elemente wie die Klänge zurückführt, so ist es auch nur folgerichtig, wenn er in der letzten Auflage (247 f.) die Geräusche nicht mehr wie in den ersten durch ein besonderes Organ im Ohr vermittelt sein lässt. Er vermutet wol, dass die Hörhärchen in den Ampullen einzelne (quiekende, zischende, schrillende, knirpsende) Geräusche vermitteln; aber er denkt sie in ihrer Reaction auch nur gradweise von den Schneckenfasern verschieden.

Dass die Geräusche durch die Schneckenfasern vermittelt seien, hatte 1876 S. EXNER aus dem Umstand geschlossen, dass

---

dem Wortlaut nach ungefähr umgekehrt wie er jetzt meistens bestimmt wird. Er leitet daraus auch die individuellen Unterschiede in Hinsicht der Musik ab: die Obertöne seien eine nicht leicht zu fassende Erscheinung; Menschen mit weniger feinem Ohr nähmen daher blos den Grundton wahr, für sie sei also Musik blos Geräusch. Sehr consequent! CONDILLAC dagegen führt im „Traité des Sensations" das Geräusch auf eine Mehrheit gleichzeitiger Töne zurück, die keine gemeinsamen Obertöne haben und darum incommensurabel seien. Zehn Geigen, welche alle ein etwas verschiedenes c^1 angeben, machen, meint er, ein blosses Geräusch. Man sieht hier die sogleich im Text zu erwähnende Ansicht vorgebildet.

CHLADNI bezeichnet als unterscheidendes Merkmal der Töne die Bestimmbarkeit der Höhe und physikalisch die Gleichartigkeit der Schwingungen (Akust. § 5 und § 43, mit Berufung auf LAGRANGE).

Nach MILNE-EDWARDS Leçons de Physiol. XII 65 soll bereits DUGÈS (Traité de Physiol. comp. 1838) nach Beobachtungen mit Wahrscheinlichkeit die Schnecke für die Töne, den Vorhof für die Geräusche in Anspruch genommen haben.

an Geräuschen, selbst wenn man keine Töne darin wahrnimmt, doch Tonerhöhungen wahrgenommen werden können (so beim Überspringen zweier elektrischer Funken, wenn das Zeitintervall immer mehr verkürzt wird). Der Unterschied schien ihm physiologisch teils in der geringeren Amplitude zu liegen, mit welcher die Schneckenteilchen bei Geräuschen schwingen, teils und besonders in der Plötzlichkeit der Erregung[1]).

Brücke hat sich dieser Anschauung angeschlossen und sie durch zahlreiche Versuche über Knallimpulse gestützt[2]). Die Qualität oder Höhe des Geräusches richte sich dabei nach der Länge dieser einfachen Welle. Die continuirlichen Geräusche, das Rauschen, Zischen, Wehen u. dgl. lassen sich nach seiner Ansicht aus den momentanen ableiten, indem dabei sehr viele kleine Explosivgeräusche, auf's Schnellste intermittirend, aufeinanderfolgen. Beim Zischen sind sie besonders hoch, beim Wehen und Hauchen besonders leise. Wenn man die Zahl dieser Einzelimpulse so vermehrte und sie so rasch intermittiren liesse, dass gleichviele Anstösse entstehen, wie sie zu einem bestimmten Tone erforderlich sind, so würden wir nach Brücke (S. 227) gleichwol nicht diesen Ton sondern ein Kreischen hören, weil zu einem Ton Nachschwingungen des Gebildes gehören, die nicht durch kurzdauernde Einzelimpulse hervorgebracht werden können. Schliesslich hält Brücke aber doch die Möglichkeit nicht ganz für ausgeschlossen, dass noch Nerven vorhanden seien, mit welchen blos Geräusche und nicht Töne, auch nicht verschiedene Höhen der Geräusche, empfunden würden.

Auch Mach, der sich schon früher viel mit der Frage beschäftigte, äussert sich in gleichem Sinne mit Brücke und Exner. Eine aperiodische Luftbewegung errege, wenn sie schwächer und kürzer ist, alle, vorzugsweise aber die kleineren leichter beweglichen Endorgane; wenn sie stärker und längerdauernd ist, die grösseren massigeren. Qualitativ scheint ihm die Empfindung eines tiefen oder hohen Knalles dieselbe wie die beim

[1]) Pflüg. Arch. XIII 228 f.

[2]) Sitz.-Ber. d. Wiener Akad. III Abt. 1884, Bd. 90, S. 199.

Niederdrücken einer grossen Anzahl benachbarter Claviertasten, nur intensiver und kürzer (darum auch ohne Schwebungen)[1].

Auf der anderen Seite nimmt Preyer[2]), mit Hinweis auf die Tiere, welche keine Schnecke im Ohr besitzen, die Vorhofsnerven (und damit wol auch eine besondere Qualität der Schallempfindung) für Geräusche in Anspruch.

Hensen bespricht die Frage ohne ganz bestimmte Entscheidung, neigt aber ebenfalls zur Annahme eines besonderen Geräuschapparates[3]). Wenn Empfindungen in der Schnecke erregt werden, so müssen, folgert er, nicht blos Tonhöhen sondern Töne empfunden werden. Ferner müsste nach der Brücke'schen Lehre jeder plötzlich entstehende starke Ton im Beginne der Empfindung einen Knall geben.

Die Frage ist nur auf Grund viel eingehenderer Versuche, als sie bis jetzt angestellt sind, ganz zu lösen. Das Folgende will nur als eine vorläufige Orientirung über die in Betracht kommenden Einzelfragen, Standpuncte und Argumente gelten. Vor Allem fragt es sich:

2. Gibt es Geräusche ohne Töne und Töne ohne Geräusche?

a) Soviel scheint mir unbestreitbar, dass jedem nicht allzu leisen Geräusch objectiven Ursprunges Töne beigemischt sind; wenn auch in einzelnen Fällen die Töne schwer herauszuhören, nachzusingen oder namhaft zu machen sind. Man hebe die Dämpfung eines Claviers vorsichtig auf und erzeuge ein beliebiges nicht zu leises Geräusch, man räuspere sich, fauche, pruste, brumme, rufe Brrr u. dgl.: stets hört man den tonalen Teil im Saitenraume nachklingen; ausgenommen bei den zischenden und ähnlichen Geräuschen, deren Töne zu hoch und unter

---

[1]) Beitr. z. Analyse d. Empf. 117 f. Zu ähnlichem Ergebnis kommt auch Barth, Zur Lehre von den Tönen und Geräuschen, A. f. O. XVII, 81 f.

[2]) Akust. Unt. 32.

[3]) Herm. Hdb. III, 2, 96—99. A. f. O. XXIII 69 f. (hier mit Bezug auf Brücke). Auch Wundt (I 240) erklärt sich gegen die Zurückführung auf Töne und für einen besonderen Apparat, ohne jedoch näher in die Discussion einzutreten.

den Claviersaiten nicht mehr vertreten sind. Man kann sodann auch die Taste, welche dem vorzugsweise nachklingenden Ton entspricht, allein aufheben und den Versuch wiederholen. Dies ist nun zunächst nur ein Beweis, dass objectiv in der Luftbewegung beim Geräusch die Schwingung enthalten ist, welche, wenn sie allein und nicht zu kurz und schwach auf unser Ohr wirkt, die bezügliche Tonempfindung in ihm erzeugt. Doch es ist kein Grund abzusehen, warum diese Empfindung nicht auch hier erzeugt werden sollte; denn der Reiz wirkt stark und lang genug, wofür ja eben die Mitschwingung der Saite ein Beweis ist. Und es wird dem einigermassen Geübten auch nicht schwer, nachdem er so den Ton für sich allein vernommen hat, ihn auch als Bestandteil der Empfindung während des Geräusches wirklich wahrzunehmen. In vielen Fällen wird man ihn schon vorher darin finden und durch den Versuch die Controle machen können.

Wenn das Geräusch, dem ein Ton beigemischt ist, sehr kurz dauert, ist der Ton gewöhnlich nicht herauszuhören. Er kann aber auch in solchem Falle wahrnehmbar werden, sobald mehrere Geräusche ähnlicher Art aufeinanderfolgen, welche verschiedene Töne enthalten. „Man hört bei nacheinander hingeworfenen Holzbrettchen die Melodie, während die Tonhöhe eines einzelnen nur von einem besonders geübten Ohr erkannt wird.“ [1]) Es wird eben das Verschiedene nun leicht vom Gemeinsamen getrennt.

---

[1]) R. König Wiedem. Ann. XIV 375. König hat Holzbrettchen im Auge, die auf eine Tonleiter abgestimmt sind. Wirft man diese in der Folge der Leitertöne auf den Boden, so erleichtert natürlich auch die Erwartung der gewohnten Fortsetzung das Heraushören der späteren Töne. Aber es werden auch bei beliebiger Aufeinanderfolge die Töne herausgehört.

König führt dies als Analogie zur Beurteilung von Klangfarben an, wo man z. B. den Unterschied in der Klangfarbe zweier Geigen sehr wol bemerkt, wenn eine Melodie successive auf beiden gespielt wird, während man ihn beim einzelnen Ton vielleicht kaum bemerkt hat. Hier wird in dem manichfachen Wechsel der Tonhöhe das Gemeinsame der einem Instrument eigenen Klänge leichter abstrahirt.

Manchen Geräuschen, die anscheinend gleichmässig und unverändert andauern, sind Töne beigemischt, die mit kurzen, mehr oder weniger regelmässigen Pausen wiederkehren, teilweise auch einander nahe liegen, sodass eine Art von raschem Läuten stattfindet. Bei hinreichender Aufmerksamkeit können die Haupttöne, die hieran beteiligt sind, herausgehört werden. Gewöhnlich werden sie es nicht; aber gerade dieser nichtanalysirte tonale Teil bestimmt gewiss mit Das, was wir den Charakter solcher Geräusche nennen. „Dein Singen, Dein Klingen, mein rauschender Freund“ — heisst es in den Müllerliedern. In einem Gebirgsbach hörte ich am stärksten und beständigsten fis^1, aber immer umspielt von benachbarten Tönen. Dazu ein Glucksen und Gurgeln, aus momentanen tieferen Tönen bestehend. Ausserdem aber noch das eigentliche gar nicht analysirbare Rauschen.

Subjective Geräusche scheinen weniger deutlich Töne zu enthalten als objective. Wenigstens konnte ich in einem anhaltenden Geräusch dieser Art während einer Entzündung des Mittelohres nur zuweilen mit einiger Bestimmtheit einen Ton entdecken (gis^2), ausserdem nur etwa mit einer gewissen Willkür verschiedene höhere Töne zu hören glauben. Sicher lag das, was an Tönen darin war, alles oberhalb des c^2. Aber das Geräusch schien mir in diesem Fall, wie gesagt, überhaupt einen sehr wenig tonalen und fast rein geräuschigen Charakter zu haben.

Lässt sich nun schliessen, dass auch in denjenigen Geräuschen, in denen wir auf keine Weise einen Ton wahrzunehmen vermögen, doch noch Töne der Empfindung beigemischt sind?

Wenn man über einen gerippten Buchdeckel ganz langsam mit dem Finger streicht, hört man zunächst ein so gut wie tonloses Geräusch; und wenn auch Einer dasselbe als „hohes“ oder „tiefes“ Geräusch bezeichnen will, ist er doch nicht im Stande, einen Ton von bestimmter Höhe als darin enthalten anzugeben. Bei schnellerem Streichen tritt aber immer deutlicher ein Ton hervor, der zugleich immer mehr in die Höhe geht. Dies legt den Schluss nahe, dass vorher ebenfalls ein Ton vorhanden war,

der uns nur wegen seiner Schwäche und Tiefe entging. Aber zwingend ist dieser Schluss nicht. Wer nicht von vornherein geneigt ist, Geräusche gänzlich mit Tönen zu identificiren, kann annehmen, dass die Empfindungsschwelle für reine Geräusche eine andere ist als für Töne, und dass wir bei periodischen Impulsen erst von einer gewissen Schnelligkeit der Wiederholung an Töne empfinden, vorher tonlose Geräusche.

b) Viel bestimmter sprechen die Beobachtungen in Bezug auf die umgekehrte Frage, ob Töne ohne Geräusche möglich sind. Während man immerhin noch glauben kann, mit geringer Deutlichkeit ein tonales Element auch bei leisen Geräuschen wahrzunehmen, gibt es Töne und gerade sehr laute Töne, bei denen jede Spur eines Geräusches ausgeschlossen ist. So z. B. bei einer vor dem Ohr schwingenden Gabel. Die Behauptung, dass es keine geräuschfreien Töne gebe, ist ein blosses Vorurteil. Man kann über das Wahrgenommene hinaus noch Empfindungselemente annehmen, wenn zwingende allgemeinere Gründe vorliegen, oder auch wenn die Aussagen der Wahrnehmung nicht so ganz entschieden sind und dem Verdacht der Unvollständigkeit irgend Raum geben. Aber hier scheint mir Beides nicht zuzutreffen und keinerlei Handhabe für eine solche Annahme geboten zu sein.

Im Übrigen ist es eine ziemlich gleichgültige Frage, ob in diesen Fällen noch unwahrnehmbare Empfindungsteile geräuschiger Art da sind. Genug, dass wir in weitem Umfang reine Töne herstellen können, die als solche auch für die schärfste Wahrnehmung Stand halten.

3. Besprechung der Ansichten über den Begriff des Geräusches.

Wenn wir nun in einem Falle Alles, was irgend als Ton sich erkennen lässt, in der Vorstellung abscheiden oder von vornherein ein Geräusch vor uns haben, welches keinerlei tonale Bestandteile erkennen lässt, so fragt es sich, ob nicht auch ein solcher Eindruck durch irgend eine Definition als ein tonaler in Anspruch genommen werden kann und ob er sich den Bestimmungen fügt, die wir in allen vorangehenden Unter-

suchungen für Töne gültig gefunden haben, besonders denjenigen über die Bedingungen der Analyse. Wir haben verschiedene Ansichten in der einleitenden Umschau erwähnt, die wir nun systematisch auseinanderhalten und besprechen wollen. Dabei müssen wir aber auch die Möglichkeit in Acht behalten, dass „Geräusch“, selbst wenn wir von den erkennbaren tonalen Bestandteilen absehen (wie dies jetzt geschieht), immer noch ein mehrdeutiger Name wäre, für den je nach Umständen verschiedene Definitionen zuträfen.

a) „Geräusche sind nichts Anderes als zahlreiche gleichzeitige Töne von wenig verschiedener Höhe.“

Die grosse Zahl der Töne würde an sich nicht die Unmöglichkeit der Analyse erklären. Der *C*-dur-Accord, in den sechs Octaven vom *C* bis c^5 zugleich angegeben, enthält 19 Töne (abgesehen von den Obertönen), die keineswegs alle dadurch unerkennbar werden. Die geringe Verschiedenheit ist daher das Hauptmerkmal dieser Definition.

Man hat einen Beweis für diese Auffassung in dem Helmholtz'schen Versuch gesehen, wonach durch Niederdrücken einer ganzen Clavieroctave ein geräuschartiger Eindruck entsteht. Aber was hier die Analyse erschwert, ist weder die Zahl noch die Nachbarschaft der Töne (da kleine Secunden an sich noch recht gut unterschieden werden), noch auch beides zusammen, sondern hauptsächlich die höchst wirr durcheinanderwogenden Schwebungen. Und diese erschweren nicht blos die Analyse, sondern es scheint, dass sie in Folge eines noch unerforschten Zusammenhanges Geräusche hinzubringen, die ausserdem nicht in dem Klange enthalten wären. Denn auch die Schwebungen sind ja nicht Geräusche.

Ich kann aber nicht einmal zugeben, dass die Gehörsempfindung in diesem Fall ihren tonalen Charakter und ihre Analysirbarkeit gänzlich verlöre. Im Gegenteil, sie bleibt im Wesentlichen ein Klang, aus welchem auch eine grössere oder geringere Anzahl von Klangteilen herauszuhören ist.

Bei der tiefen Region allerdings verhält sich's anders. Derselbe Versuch führt hier wirklich zu einem beinahe reinen

Geräusch; höchstens wird man Einen tiefen Klang darin erkennen, aber nicht eine Mehrheit von Tönen. Das rein Geräuschige an dem Eindruck kann man, wenn auch schwächer, für sich allein erhalten, wenn man, ohne die Tasten niederzudrücken, nur kräftig und rasch die Dämpfung aufhebt: das dann entstehende Geräusch rührt von den tiefen Saiten her, da es hinwegfällt, wenn diese zugedeckt werden.

Dass nun hier Analyse unmöglich wird, begreift sich; es sind selbst Quinten und Sexten in der tiefsten Region gleichzeitig kaum analysirbar. Dass aber sogar der tiefe Klang überhaupt durch das Geräusch überdeckt wird, dass das Ganze nicht entfernt einen so lebhaften und deutlichen Eindruck des Tiefen macht, wie ein einzelner Ton dieser Region, begreift sich n i c h t, wenn es sich hier wirklich blos um T ö n e handelt. Dieses ist nur dann zu begreifen, wenn die Summe der tiefen Töne nicht an sich schon ein Geräusch i s t, sondern wenn ein solches h i n z u k o m m t, und wenn es bedeutend stärker ist als die in dieser Region verhältnismässig schwachen Töne (die ja auch durch ihre Vereinigung nach § 26 nicht stärker werden). Die Ursache für die Stärke des Geräusches aber liegt jedenfalls zum Teil wieder in den Schwebungen, da sowol die Grundtöne als die Obertöne hier besonders starke Schwebungen machen.

Kehren wir nun zur mittleren Region zurück, so kann man sich sehr gut vorstellen, wie *c* und *cis* ohne Schwebungen klingt, da man ja meistens die Schwebungen gar nicht bemerkt und sie durch verteilte Gabeln auch äusserst abschwächen kann. Ebenso kann ich noch ziemlich gut etwa *e*, *fis*, *g* in der Vorstellung hinzufügen. Und so kann man sich wenigstens Annäherungen an den Eindruck vorstellen, welchen die sämmtlichen Töne der chromatischen Leiter ohne Schwebungen zusammenklingend geben müssten. Soviel scheint mir klar, dass der Eindruck nicht die mindeste Ähnlichkeit hätte mit einem Geräusch. Er ist und bleibt ein tonaler.

Wie nun aber, wenn die Verschiedenheit der Töne noch geringer als eine Halbstufe ist? — Man sieht nicht ein, wie dadurch das Wesen des Eindrucks irgend geändert werden soll.

Es wird dann freilich eine Grenze kommen, bei welcher die Analyse je zweier benachbarter Klangteile nicht mehr möglich ist. Aber warum sollten nicht weiter entfernte Glieder dieser zusammenklingenden Tonreihe analysirbar und einzelne für sich heraushörbar sein? zumal wenn wir die Fähigkeit der subjectiven Verstärkung durch die Aufmerksamkeit bedenken?

Brücke erinnert (a. a. O. 224), dass wir die Empfindung nicht kennen, welche eine dauernde gleichmässige Erregung sämmtlicher Nervenfasern einer Schneckenzone erzeugen würde, die breiter wäre, als die Zonen sind, die durch einzelne Töne in Action versetzt werden; da wir kein Mittel haben, eine dauernde Erregung hervorzurufen, ohne zugleich Schwebungen, also Ungleichmässigkeiten hervorzurufen. Aber die verteilten Gabeln, denen wir jede kleinste Differenz geben können, lehren uns in der Tat, wie eine solche Empfindung sich etwa ausnehmen würde; und wenn wir in gleicher Weise 12 Gabeln an 12 Ohren verteilen könnten: wie sollte dadurch der Eindruck des Geräusches entstehen? Im Gegenteil, er muss durch den Wegfall der Schwebungen nur reiner tonal werden.

Auch wenn man zu den genannten Bedingungen etwa noch die fügen wollte, dass die zahlreichen benachbarten Fasern nur sehr schwach erregt würden, scheinen mir nicht die Voraussetzungen eines Geräusches gegeben. Unterhalb einer gewissen Stärke der Erregung wird gar Nichts empfunden werden, da eine gegenseitige Verstärkung ungleicher Tonprocesse nicht, auch nicht bei minimaler Erregung, stattfindet. Ist die Empfindungsschwelle überschritten, so könnte die Menge der gleichzeitigen schwachen Töne doch nie ganz unanalysirbar sein, vielmehr könnten diejenigen, die weiter auseinanderliegen, durch Concentration der Aufmerksamkeit herausgehört werden.

Oder liegt vielleicht das Entscheidende und Unterscheidende darin, dass bei Geräuschen nicht jene Accommodation benachbarter specifischer Energien stattfindet, die wir bei einem Ton voraussetzen? — Auch Dies würde die psychologische Sachlage und die vorangehenden Betrachtungen nicht verändern. Ausserdem lässt sich die Annahme auch physiologisch schwer durch-

führen. Man müsste annehmen, dass jeder Reizteil eine einzelne Schneckenfaser zum Mitschwingen brächte, ohne die benachbarten mit (und zwar in gleicher Schwingungsdauer) zu erregen. Ein solcher Reiz müsste ungeheuer schwach sein, er müsste unter der Reizschwelle für Töne liegen, d. h. unter derjenigen Reizstärke, bei welcher in Folge des Mitschwingens mehrerer Fasern ein für sich und als solcher wahrnehmbarer Ton gehört wird. Nun ist es vielleicht noch denkbar, dass durch eine minimale Faserschwingung eine andere specifische Energie ausgelöst, also eine andere Empfindungsqualität erzeugt würde, als durch stärkere Schwingungen einer und derselben Faser; und dass die specifischen Energien dieser Classe sich gegenseitig verstärkten, was die tonalen nicht tun. Aber dann wäre eben das Geräusch als Empfindungsinhalt besonderer Classe und nicht mehr als eine Summe von Tönen definirt. Nur auf physiologischem Gebiet und zwar im Organ würde der Unterschied sich als ein blos gradueller erweisen; dagegen im Gebiet der Empfindungen selbst wäre er ein qualitativer und specifischer.

Schliesslich, um zusammenzufassen: warum sollte Undeutlichkeit der Teile eines Zusammenklanges, mag sie nun beruhen worauf sie will, den Klang als ein Geräusch erscheinen lassen? Sollen wir den beliebten Witz Unmusikalischer, dass ihnen die Musik nur eines der weniger unangenehmen Geräusche sei, ganz wörtlich nehmen? Vielleicht trifft er für einzelne, im strengen Sinne tontaube Individuen wirklich zu, wenigstens im Tierreich: aber in den tausend und abertausend Fällen, wo Zusammenklänge von Nicht- oder Halbmusikern nicht oder unvollkommen analysirt werden, werden sie um deswillen doch noch lange nicht als Geräusche aufgefasst, mögen sie auch im Punct der Annehmlichkeit denselben gleichgestellt werden.

Hienach halte ich die obige Definition, wenn sie allgemein gelten soll, nicht für zutreffend. Sie könnte es höchstens sein in Bezug auf eine besondere Classe von Geräuschen, die wir dann freilich nicht in gleichem Sinne mit den übrigen als Geräusche bezeichnen dürften. Bei den hohen zischenden, säu-

selnden, regenartigen Geräuschen würde ich es für möglich halten, dass sie hauptsächlich aus einer grösseren Anzahl schwacher höchster Töne bestehen. Die Unmöglichkeit voller Analyse würde sich ja hier begreifen, Schwebungen kommen nicht mehr in Betracht, und der Gesammteindruck ist demjenigen einzelner schwacher Töne dieser Region ähnlich genug. Aber die Vielheit der Töne ist dabei wol auch weniger wesentlich, dagegen sehr wesentlich das Intermittiren. S. c).

b) „Geräusche sind sehr zahlreiche sehr schnell aufeinanderfolgende Töne verschiedener Höhe".

Diese Ansicht erscheint ganz undurchführbar. Wir können ja den schnellsten Wechsel von Tönen herstellen, wenn wir mit dem Finger über die Tasten streichen (gute Dämpfung des Claviers vorausgesetzt) oder auf einer Violinsaite stetig hinaufrutschen oder den eine gedackte Pfeife verschliessenden Pfropfen hin- und herschieben. In den letzteren Fällen werden geradezu alle zwischen den Grenztönen liegenden Wellenlängen durchlaufen, alle bezüglichen Fasern erregt, aber wir hören kein Geräusch, sondern eben eine rasche Tonveränderung. Nicht einmal wenn sie so rasch ist, dass durch das subjective Nachschwingen eben vergangene Töne noch mit folgenden gleichzeitig werden, nicht einmal dann wird ein Geräusch daraus. (Nebenbei bemerkt, ist in diesem Falle auch wieder eine annähernde Verwirklichung von Brücke's obigem Desiderat gegeben).

Wenn man will, kann man freilich jede stetig veränderliche Tonhöhe ein Geräusch nennen, entgegen dem gewöhnlichen Sprachgebrauch[1]); ebenso wie manche Vertreter der vorangehenden Definition kurzweg jede unanalysirte Vielheit von Tönen ein Geräusch nennen, auch wenn der gewöhnliche Mensch dagegen protestirt, und ebenso wie Alfr. Mayer einmal die blosse Intermittenz eines einzigen Tones dem Musiker zum Trotz als Dissonanz bezeichnet, da ja Intermittenzen ganz ebenso wie Schwebungen periodische Stärkeveränderungen sind und die Dissonanz als Schwebungen definirt wird. Consequenz ist eine

---

[1]) Dies tut z. B. Sedley Taylor Phil. Mag. Bd. 44 (1872) S. 63.

schöne Sache. Aber solche notgedrungene Consequenzen zeigen auch, dass man vom Ausgangspunct abgekommen ist und alles Andere, nur nicht Dasjenige definirt hat, was gemeinhin mit dem Namen bezeichnet wird.

c) „Geräusche sind Töne von einer bestimmten und nicht notwendig wechselnden Höhe, aber dadurch von Tönen im gewöhnlichen Sinne unterschieden, dass sie entweder nur momentan sind (Knalle) oder eine rasche Aufeinanderfolge intermittirender momentaner Toneindrücke darstellen; wobei sich auch eine Mehrheit solcher Successionen zugleich vollziehen kann."

Der Wechsel der Tonhöhe, der für b) wesentlich war, ist hier im ersten Fall geradezu ausgeschlossen, im zweiten Fall (bei den intermittirenden Geräuschen) wenigstens nicht eingeschlossen; ein solches Geräusch könnte eine eben so constante Höhe besitzen wie ein gewöhnlicher, als solcher erkennbarer, Ton.

Diese Ansicht, wesentlich diejenige Brücke's, dürfte viel Richtiges enthalten, d. h. es dürften viele als Geräusche bezeichnete Erscheinungen in der Hauptsache dadurch definirt sein. Sie ist ja schon darum im Vorteil, weil sie weniger einseitig ist und auch sogleich eine Mehrheit von Classen zugibt, während sich die vorigen im besten Fall nur auf Eine Classe beziehen konnten, von der sie freilich nicht einmal das wesentliche Merkmal erfassten.

Eine Reihe sg. Geräusche sind intermittirende Töne der tiefsten oder höchsten Region (Brummen, Zischen u. Dgl.). Hier ist es auch keineswegs unmöglich, durch genauere Aufmerksamkeit die Töne als solche zu erkennen, z. B. wenn man ein *S* so leise als möglich flüstert. Dennoch möchte ich nicht einmal in diesen Fällen entschieden behaupten, dass nicht noch ein Erdenrest als eigentliches Geräusch übrig bliebe. Pathologische Beobachtungen kommen hier in Betracht, indem nach der Voraussetzung mit den Tönen der bezüglichen Region zugleich diese Classe von Geräuschen hinwegfallen oder benachteiligt sein muss. Vgl. I 402. An mir selbst habe ich bei der oben

erwähnten Ohrenentzündung beobachtet, dass das kranke Ohr hohe Töne und gleichzeitig auch das Uhrticken sehr schlecht hörte, während das Geräusch, wenn ich ein rauhes Tuch vor dem Ohr zwischen den Fingern rieb, nicht viel schwächer und nicht viel anders empfunden wurde. Dieses macht denn auch nicht ganz den hohen Eindruck wie das Uhrticken.

Was die Knallgeräusche betrifft, so scheint mir das Bedenken Hensen's (o. 500) schwerwiegend. Auch hier ist wol mit dem tonalen Element noch etwas qualitativ Anderes verknüpft. Die blosse Kürze und Stärke scheint es nicht allein, was den „Ton" vom „Knall" unterscheidet. Nur die dumpfen und schwachen Knalle sind wirklich nichts Anderes als eben dumpfe und schwache momentane Töne.

Endlich ist aber auch die Frage, ob auf alle Geräusche eines der in der Definition genannten zwei Merkmale passt. Viele scheinen doch weder momentan noch intermittirend, sondern constant, wie z. B. manche subjective Ohrgeräusche.

d) „Geräusche sind Empfindungen besonderer Art, insoweit zwar von einer allgemeinen Ähnlichkeit mit den Tönen, dass wir sie, auch abgesehen vom physikalischen Ursprung und vom gemeinsamen Eindringen in die Ohrmuschel und das innere Ohr, mit den Tönen unter Eine Hauptclasse von Empfindungen rechnen müssen, aber innerhalb dieser doch qualitativ eine selbständige Elementargruppe."

Von diesem Standpuncte aus könnte man Höhe und Tiefe den Geräuschen absprechen und diese Unterschiede nur auf die beigemischten Töne zurückführen. Doch wäre dies nicht die notwendige Consequenz des Standpunctes. Es liesse sich immerhin auch annehmen, dass gewisse Geräusche den hohen, andere den tiefen Tönen ähnlicher seien und um dessen willen ebenfalls hoch und tief genannt werden. Es würde insofern auch die öfters gebrauchte Wendung, es sei ein Tonhöhenunterschied und doch kein Ton bemerkbar (o. 499), einen Sinn erhalten. Eben darin, in diesem der Tonhöhe und Tontiefe ähnlichen Unterschied, in einer entsprechenden Reihenbildung, würde dann auch eine der Ähnlichkeiten bestehen, um deren willen sie den

Tönen überhaupt so nahe gestellt werden. Eine dritte zu berücksichtigende Form der Grundansicht aber wäre, dass es qualitativ nur zwei Classen gebe, nämlich hohe und tiefe (den hohen und tiefen Tönen ähnliche) Geräusche, ohne Mittelglieder und ohne Reihenbildung, dass die anscheinend mittleren ihre Höhe nur den beigemischten, hier besonders hervortretenden Tönen verdankten (vgl. o. 119 u.).

Diese Unterfrage will ich hier nicht weiter verfolgen. Die Hauptanschauung aber ist gegenüber Dem, was Alles in Bausch und Bogen Geräusch genannt wird, zwar gewiss nicht erschöpfend, da, wie erwähnt, einige sg. Geräusche hauptsächlich Töne sind, viele andere, wie das Rauschen des Baches, wenigstens zu einem erheblichen Teil: aber für die Geräusche im eigentlichen und engeren Sinne, bez. für den eigentlich geräuschigen Teil der übrigen, scheint nach dem Vorangehenden diese Auffassung als die richtige übrig zu bleiben; wie sie denn auch Brücke als Ergänzung der seinigen im Auge behält. Man könnte sie die nativistische gegenüber den empiristischen nennen.

Auch physiologisch bleibt hienach schwerlich eine andere Annahme, als dass besondere Teilchen im Ohr und nicht minder im Centrum (mit besonderen specifischen Energien) die Vermittler der Geräuschempfindungen sind. Da es möglich ist, zwei gleichzeitige Geräusche auseinanderzuhalten, wenn sie nicht zu ähnlich sind, z. B. Schwirren und Summen[1]), so könnte man auch wieder einen analysirenden Apparat nötig finden. Doch scheint mir die Forderung hier weniger bindend, da es vielfach die Intermittenz der Geräusche oder des einen von ihnen ist, welche die Trennung ermöglicht, und es sich in den übrigen Fällen vielleicht doch nur um die Beurteilung einer an sich einheitlichen Empfindungsqualität auf Grund früherer Erfahrungen über die objectiven Ursachen und über die jeder derselben entsprechenden Einzelgeräusche handelt.

[1]) Politzer sagt auch von den subjectiven Geräuschen, nachdem er deren erstaunliche Manichfaltigkeit geschildert: „Es können mehrere Geräusche gleichzeitig, sogar in demselben Ohr, wahrgenommen und deutlich unterschieden werden.“ (Lehrb. [1] I 224.)

Für solche physiologische Trennung sprechen im Ganzen auch die pathologischen Beobachtungen. S. I 402. Neuerdings berichtet STEINBRÜGGE (Z. f. O. XIX, 1889, S. 328) über einen hysterischen Kranken (einen 45jährigen Landmann), der regelmässig Krampfanfälle erlitt, wenn er Instrumentalmusik irgend welcher Art hörte, schon beim Blasen auf einer Kindertrompete; nicht aber bei Geräuschen. Selbst Knall und Schuss, Trommel-, Strassen- und Eisenbahnlärm übten keine unangenehme Wirkung.

BRÜCKNER (Arch. f. pathol. Anat. Bd. 114, 2. Heft) führt an, dass er mehrmals, wenn er gerade während des Schlagens seines Regulators erwachte, die ersten Schläge als zusammenhängenden gleichmässigen musikalischen Ton und erst die letzten als einzelne Geräusche vernommen habe, dass also das Organ früher aufwache für Töne als für Geräusche. Dies bedürfte doch noch der Bestätigung. BUFFON erlebte an sich ziemlich das Umgekehrte: im Halbschlaf hörte er die Uhr schlagen und zählte fünf Schläge, obgleich es nur Einer war. Er zog daraus den freilich noch kühneren Schluss, dass man im ursprünglichen Zustand des Bewusstseins die einzelnen Schwingungen vernehme, die man später nur aus Gewohnheit zu Einem Ton verbinde, und dass der Halbschlaf uns in jenen Zustand zurückversetze. (Bei CONDILLAC, Traité des Animaux 1755 Ch. VI; Oeuvres T. III p. 494).

Eine für die Theorie der Anlagen nicht unwichtige Untersuchung wäre darüber zu machen, ob die relative Stärke von Geräuschen gegenüber Tönen dieselbe ist für Musikalische und Unmusikalische, ob nicht die Letzteren Geräusche relativ stärker hören. Dass ihre Aufmerksamkeit gewohnheitsmässig mehr nach dieser Richtung geht, haben wir öfters erwähnt. Aber es könnte sich auch um grössere sinnliche Intensität handeln und dadurch zugleich die gewohnheitsmässige Richtung der Aufmerksamkeit mitverursacht sein. Einzelne Beobachtungen scheinen mir hiefür zu sprechen. Die Versuche wären anzustellen teils durch Vergleichung der Schwellen für Töne und für Geräusche bei denselben Individuen, teils durch Aufsuchung des Intensitätsverhältnisses, bei welchem ein bestimmtes Geräusch durch einen bestimmten gleichzeitigen Ton oder umgekehrt eben unterdrückt wird (o. 229).

Auch hierüber könnten pathologische Beobachtungen mitsprechen, wenn die Aussagen der Kranken z. B. bei Mittelohrkatarrhen in dieser Richtung classificirt würden. Ein höchst unmusikalischer College hörte in solchem Fall ein ungeheuer starkes Sausen; ich selbst dagegen bei der erwähnten heftigen Entzündung nur ein ganz mässiges Geräusch. Wurde es gelegentlich stärker, so traten zugleich Töne hervor. Im Übrigen höre ich sehr oft subjective Töne. Vgl. auch I 265, sowie die Angaben über Rob. Franz, Schumann, Smetana I 411 f.: die beiden Ersteren hörten wesentlich Töne, der Letztere auch ausserdem ein starkes Sausen. Eine ausnahmslose Regel wird sich natürlich hier nicht herausstellen, da die Musikbegabung nicht blos auf der relativen Intensität der Töne ruht; aber eine gewisse Regelmässigkeit wäre nicht unwahrscheinlich.

Physikalisch endlich pflegt man Geräusche auf aperiodische Luftschwingungen zu beziehen. Hier verschwindet nun freilich der specifische Unterschied, insofern man eine solche ansehen kann als Aufeinanderfolge von Bruchstücken periodischer Bewegungen; aber objectiv verschwindet ja der specifische Unterschied sogar zwischen Licht und Wärme.

Eine wirkliche Schwierigkeit liegt hingegen darin, dass tatsächlich nicht blos aperiodische sondern auch complicirt-periodische Bewegungen Geräusche erzeugen, wie in dem besprochenen Clavierversuche (wo wir eine indirecte Erzeugung annahmen), und dass umgekehrt gewisse aperiodische Bewegungen, wie die bei einer stetigen Tonveränderung, Töne erzeugen. Der physikalische Unterschied muss also in etwas anderer, genauerer Weise bestimmt werden.

Eine weitere Frage ist die, ob beide Bewegungsarten, welche doch, wie immer man sie abgrenze, graduell in einander übergehen können, nicht auch jedesmal beiderlei Teilchen im Ohr erregen müssen. Darauf wird die Antwort sein, dass sie es wirklich tun; nur werden die Schneckenfasern viel leichter durch periodische (oder wie sie genauer bestimmt werden mögen), die geräuschvermittelnden Teilchen viel leichter durch die nichtperiodischen Bewegungen erregt. Aus dieser Vorstellungsweise würde ich aber nicht etwa zurückschliessen, dass darum Ge-

räusche und Töne jederzeit auch in der Empfindung verknüpft sein müssen. Denn die Erregung der Teilchen der einen Art kann unter Umständen so schwach sein, dass sie unter der Empfindungsschwelle bleibt.

Man hat die Luftbewegung bei Geräuschen und besonders bei Consonanten durch Phonogramme untersucht. R gab die zu erwartenden Stosswellen, S eine lange Reihe kleiner einfacher Wellen, M, N, L regelmässige periodische Curven complicirter Art, weswegen man diese geradezu als Vocale in Anspruch nahm. (S. Wied. Ann. Beibl. 1888, S. 29.) Aber die physikalische Definition kann psychologisch nicht massgebend sein. Dass Consonanten zum Teil hohe Töne enthalten (O. Wolf, Sprache und Ohr), haben sie mit anderen Geräuschen gemein.

II. Klangfarbe.

1. Manichfaltigkeit der Praedicate. Klangcharakter durch Associationen.

Die Eigenschaften, welche man unter dem Begriff und Namen der Klangfarbe[1]) zusammenfasst, bilden eine so bunte Menge, dass man beim Überblick schier verzweifeln muss, sie wirklich unter Einen Begriff zu bringen. Wir finden als solche erwähnt: angenehm und unangenehm im Allgemeinen; dann mild, süss, weich, schmelzend gegenüber scharf, hart, rauh; dann voll, breit, pastos gegenüber leer, spitz, dünn, näselnd; dann hell, glänzend, metallisch, silbern gegenüber dunkel, dumpf, trüb, verschleiert, hölzern; dann kräftig, schmetternd, dröhnend, edel, prächtig, feurig, majestätisch, romantisch gegenüber sanft, trocken, gemein, düster, melancholisch, elegisch, idyllisch u. s. w. Man kann diesen Schatz von Beiwörtern, mit welchem sich nur derjenige der Weinhändler einigermassen vergleichen lässt, aus den Werken über Instrumentationslehre leicht noch vervollstän-

[1]) Der Ausdruck ist neueren Datums. Chladni sagt noch (Akustik 1802 § 44 Anm.): „Im Deutschen hat man kein eigenes Wort für diese Modificationen eines Klanges.“ Er gebraucht „Timbre“. Dieses selbst findet sich bei Rousseau auch noch nicht. Im Englischen wird heute noch gewöhnlich von „Quality“ in diesem Sinne gesprochen. Tyndall sagt „Clangtint“.

digen; doch haben wir an diesen Beispielen schon mehr als genug Erklärungsmaterial.

Auf der Hand liegt, dass hier vielfach Folgen der Tonempfindungen, associirte Vorstellungen und Gefühle, den eigentlichen Grund der Bezeichnung abgeben, und dass diese Associationen teilweise etwas zufälliger Art sind. Die Verwendung der Trompete und Posaune zu festlichen Aufzügen, wozu sie sich schon ihrer Stärke wegen eignen (abgesehen von anderen natürlichen und historischen Gründen), ruft unbestimmte Erinnerungen an solche Anlässe wach; später wird ein feierliches Gefühl durch diesen Klang auch ohne Vermittelung von Erinnerungen erweckt, ein Übertragungsvorgang, den wir tausendfach im Gefühlsleben beobachten. Natürlich kommt das so übertragene Gefühlsmoment nicht unter allen Umständen, in jedem Zusammenhang, bei jeder Verwendungsart des Klanges zum Vorschein, sondern nur unter bestimmten, dem ursprünglichen Zusammenhange einigermassen ähnlichen Umständen, bei stark accentuirten und melodisch bestimmt charakterisirten Phrasen u. s. f. Es ist nicht auf das Instrument oder den Klang desselben schlechthin übergegangen, sondern auf den Klang in diesen Umständen und Verbindungen. Ähnliches gilt vom „romantischen" Hornklang [1]), dessen Romantik nicht einmal so alten Datums ist (nach SPITTA [2]) hat das Horn in musikalischer Verwendung erst seit WEBER's Freischütz diesen Beigeschmack, jedenfalls hängt er aber damit zusammen, dass das Horn jahrhundertelang vor der orchestralen Verwendung zu Jagdfanfaren und Signalen diente). Ähnliches auch von der „idyllischen" Oboe und Flöte. Nicht weil sie den schäferlichsten Klang gab, blies Damon die Flöte, sondern weil er kein anderes

---

[1]) GEVAERT spricht in seiner „Neuen Instrumentenlehre" (übers. von H. RIEMANN 1887, S. 215) sogar von einem „gewissermassen metaphysischen Charakter des Horns". So lächerlich Manchem dieser Ausdruck scheinen mag, kann man ihn doch wol verstehen in Erinnerung an musikalische Zusammenhänge, wo jenes Romantische durch besondere (dynamische, modulatorische) Mittel noch weiter gesteigert ist.

[2]) Die älteste Faust-Oper. Deutsche Rundschau 1889 S. 394.

Instrument hatte als dieses, welches er sich aus Rohr schneiden konnte; und weil Damon und seine Genossen Schäfer waren, darum ist die Flöte schäferlich.

Allerdings wird die Verschiedenheit regelmässig und dauernd associirter Vorstellungen und Gefühle meistens auch in Verschiedenheiten der Tonempfindungen selbst gründen, auf deren Zergliederung wir also zurückgeführt werden. So hat die Oboe zugleich auch einen dem Gesang der Schafe und der Hähne nicht ganz unähnlichen Klang, und hat deshalb auch zum Öfteren in der älteren Musik blöken und krähen müssen, wenn diese Tiere darzustellen waren.

Wir wollen Das, was mit vorstehenden Bemerkungen vorläufig abgetan sein soll und uns erst in der Gefühlslehre wieder interessiren wird, als Klangcharakter von der eigentlichen Klangfarbe unterscheiden und unter der letzteren nur solche von den obigen Eigenschaften verstehen, die nicht in blos associirten Vorstellungen und Gefühlen ihren Sitz haben.

2. Klangfarbe als das Unterscheidende der Instrumente.

Auch nach dieser Absonderung bleibt ein engerer und ein weiterer Begriff von Klangfarbe zu scheiden; und bereits Helmholtz hat diese Scheidung gemacht. Im weiteren Sinn nennt er Klangfarbe Das, was gleichhohe und gleichstarke Töne noch für unsre Empfindung unterscheidet, wenn sie von verschiedenen Instrumenten hervorgebracht werden. (Nicht ausdrücklich zwar gibt er diese Definition, aber sie entspricht ohne Zweifel seiner Absicht.) Diesen an sich blos negativen Begriff bestimmt er näher dahin, dass dazu vor Allem

a) die Zusammensetzung des Klanges aus Teiltönen gehöre; und diese nennt er musikalische Klangfarbe. Wir wollen sie Klangfarbe im engeren Sinne nennen. Ausserdem aber ist in der Klangfarbe im weiteren Sinne noch inbegriffen eine Reihe charakteristischer Merkmale der Instrumente, welche Helmholtz bereits annähernd vollständig aufgeführt hat, nämlich:

b) die eigentümliche Art und Dauer des An- und Ausklingens, welche abhängig ist von der Erzeugungsart des

Klanges und eine andere ist bei der Flöte, bei Blechinstrumenten (die relativ schwerfällig einsetzen), beim Clavier, der Violine, und hier wieder beim Streichen und beim Zupfen, u. s. f. Spricht man von einem trockenen, kurzen, klanglosen (und doch oft durchdringenden) Ton, so ist grösstenteils eine solche Eigentümlichkeit gemeint, wie andererseits der gleichmässig anhaltende Ton schon darum etwas „Volleres" hat. Es gleichen diese Unterschiede einigermassen den Consonanten (Mediae, Tenues), mit denen wir einen und denselben Vocal ein- oder auslauten lassen können. Ein wichtiges Merkmal bieten ferner

c) die begleitenden Geräusche. Bei den Blasinstrumenten das Sausen und Zischen der Luft, bei der Geige das Reibegeräusch des Bogens (zumal in höheren Regionen). Auch die Vocale sind, wie Donders zuerst hervorhob, nicht frei von solchen Geräuschen. In diesem Umstand liegen die Eigenheiten des Klanges, zum Teil wenigstens, begründet, die wir als rauh, pelzig, streichend u. dgl. bezeichnen (durch welche auch bei gewissen Orgelregistern der Klang jener Instrumente künstlich nachgeahmt wird). Diese begleitenden Geräusche sind sehr wichtig für die Unterscheidung der Instrumente. Sie verschwinden mit der Entfernung, weshalb die Instrumente in grösserer Entfernung viel weniger leicht unterschieden werden. Ritz behauptet angesichts der von ihm erwiesenen Veränderlichkeit in der Teiltonstructur des Violinklanges (der je nach der Bogenführung und der Länge des schwingenden Saitenstücks bald 10, bald nur 4 oder noch weniger Teiltöne umfasst), dass die begleitenden Erzeugungsgeräusche geradezu das Hauptmerkmal bilden, welches einen Klang als den eines bestimmten Instrumentes kennzeichnet.[1])

Ausser diesen Hauptmerkmalen dienen noch eine Reihe anderer unter Umständen zum Erkennen eines Instrumentes. So kann schon die Höhe gelegentlich ein deutliches Kennzeichen oder wenigstens einen Leitfaden abgeben. Ein Instrument, das sich in der fünfgestrichenen Octave tummelt, kann

[1]) Unters. über die Zusammensetzung der Klänge der Streichinstr. (1883) 36 f.

kaum ein anderes als Piccolo sein. Eines, dessen Bewegungen unter *a* hinabgehen, kann jedenfalls nicht die Flöte sein. So dient überhaupt der Umfang der Instrumente (wenn Jemand darüber orientirt ist) und die gewöhnliche Region seiner Tongebung mit zu seiner Charakteristik oder wenigstens zur Einschränkung der Möglichkeiten, an die man in einem Falle denken kann.

Ebenso dient die Stärke. Wir wissen z. B., dass nur durch Blechinstrumente Klänge mittlerer Höhe von mächtigster Kraft erzeugt werden können. „Viola, Bass und Geigen, die müssen alle schweigen vor dem Trompetenton.“ In der Entfernung freilich ist auch dieser schwach; wenn wir aber wissen, dass im anstossenden Zimmer musicirt wird, kann die gewöhnliche ebenso wie die extreme Stärke eines Instrumentes ganz wol mit als Erkennungszeichen dienen.

Auch Höhe- und Stärkeschwankungen während des Einzelklanges sind charakteristisch. So z. B. das sentimentale (weil an das gerührte Singen erinnernde) Vibriren, womit Zitherspieler den Ton ihres Instrumentes zu beseelen streben; welches zugleich eine Höhe- und Stärkeschwankung ist. Ebenso das ostensible Hinaufrutschen auf der Saite, welches der Handhabung desselben Instrumentes vorzugsweise eigentümlich ist (und es z. B. von der ebenfalls gezupften Harfe unterscheidet), in geringerem Grade aber, und doch schon zu viel, auch bei Streichinstrumenten geübt wird. Durch die Leichtigkeit des Anschwellens, die feine Beweglichkeit in Hinsicht der Stärke überhaupt, ist besonders die Oboe ausgezeichnet, wodurch sie, wie Gevaert sagt, ein unmittelbarer Dolmetsch der Empfindungen, besonders der weiblichen Seele, wird[1]) (letzteres unter Mitwirkung ihrer Höhe). Andere Instrumente wiederum sind

---

[1]) Neue Instrumentenlehre S. 145. Bernhard Scholz bemerkt in seiner Besprechung (Viertelj.-Schr. f. Musikwiss. 1889), die Oboe werde doch auch in so mancher lustigen Musik verwendet. Gewiss; aber dann nicht mit gehaltenen, lang anschwellenden Tönen. Überhaupt gibt es ja keinen Instrumentalcharakter abgesehen von den Umständen (s. o.). Aber diese selbst entziehen sich nicht ganz der Classification.

gar keiner Stärkeschwankungen fähig, so besonders die Orgel, wenn man nicht zwischen verschiedenen Registern wechselt, und dann ist die Veränderung (vom Schwellregister abgesehen) keine stetige. Dadurch erhält der Orgelklang, zumal im längeren Zusammenhang, etwas Starres (man möchte sagen Dogmatisches), was in Verbindung mit der Stärke und der Tiefe, wenn die entsprechenden Register angewandt werden, die sinnliche Grundlage für die Gefühle des Majestätischen u. s. w. abgibt, die hier freilich auch durch Associationen genährt sind.

Ferner sind gewisse melodische, rhythmische, auch wol harmonische oder modulatorische Wendungen für bestimmte Instrumente mehr oder weniger charakteristisch. Die Flöte ist das beweglichste unter den Orchesterinstrumenten. Sie hat aber auch wieder anderes Passagenwerk als das Clavier. Der unvermeidliche Doppelschlag der Dorfclarinettisten kehrt sogar in R. Wagner's älteren Opern, wie Hanslick zu bemerken nicht versäumt, mit einer fatalen Häufigkeit wieder. Die rhythmische Figur [Notenbeispiel] ist charakteristisch für die Trompete. Sie kommt auf dem Horn, der Posaune nicht so scharf heraus[1]). Die Unmöglichkeit, zwei Klänge auf Einmal hervorzubringen, scheidet die sämmtlichen (modernen) Blasinstrumente von anderen. Die Violine kann nur Doppelgriffe genau gleichzeitig hervorbringen u. s. f. Wissen wir daher aus anderen Quellen etwas über die Zahl der tätigen Instrumente, so dienen auch solche Kriterien zur näheren Bestimmung. Modulatorisch endlich (wir verstehen unter Modulation hier allgemein eine Aufeinanderfolge von Zusammenklängen) sind z. B. die „Hornquinten", eine aus der Zeit der Naturhörner stammende Wendung, gelegentlich mit für dieses Instrument charakteristisch.

Alle diese Kriterien sind in ihrer Wirksamkeit natürlich abhängig von der Erfahrung des Einzelnen. Einige darunter sind jedoch durch das gewöhnliche Musikhören Allen so sehr

[1]) Jadassohn, Lehrbuch der Instrumentation 1889.

in Fleisch und Blut übergegangen, dass danach auch Unmusikalische die grossen Hauptclassen der Instrumente zu erkennen vermögen.

Es unterscheiden sich aber nicht blos die Classen der Instrumente durch solche Kennzeichen, sondern auch die individuellen Instrumente einer Classe; die beigemischten Geräusche sind verschieden u. s. f. Und noch mehr unterscheiden sich die Tonregionen eines und desselben Instrumentes. Hauptsächlich allerdings liegen diese Unterschiede in dem ersten und sogleich näher zu behandelnden Merkmal, der Klangfarbe im engeren Sinne.

3. Klangfarbe im engeren Sinne.

Von den vorher aufgezählten Momenten bietet nur dieses theoretisch zu näherer Untersuchung Anlass: die „musikalische" Klangfarbe, welche HELMHOLTZ als die Art der Zusammensetzung des Klanges aus Teiltönen definirt.

Dass die Unterschiede im Klange der Instrumente, wenn man von den unter 2. b) f. erwähnten, mehr äusserlichen, wie auch immer wichtigen, Merkmalen absieht, von der Form der Wellen bedingt seien, hat man bereits vor HELMHOLTZ aus dem Umstande erschlossen, dass die Tonhöhe von der Länge und die Tonstärke von der Höhe der Wellen abhängt, wonach für die Klangfarbe eben nur die Form übrig blieb. Aber erst HELMHOLTZ hat ganz bestimmt die Art und Weise angegeben, in welcher die Form Einfluss gewinnt, indem er die OHM'sche Annahme zu Grunde legte, dass nur Sinuswellen Töne erzeugen; wonach die übrigen Wellenformen nur dadurch den Klang modificiren können, dass das Ohr sie in Sinuswellen, den Klang also in Teiltöne zerlegt. Nicht direct also, sondern durch Vermittelung der empfundenen Obertöne gewinnt die Wellenform Einfluss[1]). Dies bestätigt sich auf vielfache Weise. Wenn man

---

[1]) Von HELMHOLTZ ermuntert veröffentlichte BRANDT in POGG. Ann. Bd. 112 (1861) S. 324 einen 1855 entstandenen Aufsatz, worin dieselbe Grundidee vorgetragen war. Dem Glanz der HELMHOLTZ'schen Leistung tut dies keinen Eintrag, wie ja auch der Verfasser anerkennt. Es zeigt, wie dieselbe durch den Streit OHM's und SEEBECK's unmittelbar vor-

künstlich gewisse Teiltöne vor anderen verstärkt, verändert sich die Klangfarbe; z. B. wenn man bei einem Zungenklang einen Resonator an's Ohr hält, der den Grundton verstärkt, wird der Klang weicher, und umgekehrt wird ein weicher Klang durch Verstärkung von Obertönen schärfer (vgl. o. 239 Anm., 352). Die Ergebnisse seiner Einzeluntersuchungen fasst Helmholtz so zusammen: (1) Einfache Töne klingen sehr weich und angenehm, ohne alle Rauhigkeit, aber unkräftig und in der Tiefe dumpf. (2) Klänge, welche von einer Reihe ihrer niederen Obertöne bis etwa zum sechsten hinauf in mässiger Stärke begleitet sind, sind klangvoller, musikalischer, reicher, prächtiger. (3) Wenn nur die ungeradzahligen Teiltöne da sind, bekommt der Klang einen hohlen oder bei einer grösseren Zahl einen näselnden Charakter. (4) Wenn der Grundton an Stärke hinreichend überwiegt, ist der Klang voll, ausserdem leer[1]). (5) Wenn die höheren Teiltöne jenseits des sechsten oder siebenten sehr deutlich sind, wird der Klang scharf und rauh. Der Grund liegt in den Dissonanzen (Schwebungen) der höheren Obertöne miteinander.

Spätere Einzelforschungen bestätigten nur immer mehr den Zusammenhang der Obertöne mit der Klangfarbe. Auch die einzelnen Regionen und Klänge Eines Instruments, auch die

---

bereitet war. Aber erst mit der Durchführung in's Einzelnste konnte sie Leben und Überzeugungskraft gewinnen. In den Ohm-Seebeck'schen Abhandlungen selbst ist besonders eine Stelle von historischem Interesse, wo Seebeck sagt: Da aus der Sinusform die Klangfarbe nicht erklärlich sei, so müsste man „alle diese Verschiedenheiten entweder der Beimischung von Geräuschen oder dem unvermerkten Mitklingen von Obertönen .... zuschreiben, was gewiss nicht für alle jene Unterschiede, namentlich nicht für die der Vocale, ausreichend ist". (Pogg. Ann. Bd. 139, S. 364.) Eben dies, dass es dennoch ausreiche, hat Helmholtz zu erweisen gesucht.

[1]) Diese Regel erwähnt Helmholtz mit unter 3, versteht sie aber als eine selbständige, nicht blos auf den Fall ungeradzahliger Teiltöne beschränkte, wie namentlich die zur Erläuterung beigefügten Beispiele zeigen. Auch spricht er von ungeradzahligen Obertönen, wofür ich hier Teiltöne gesetzt habe, weil bei der Numerirung der Grundton mitgezählt wird (o. S. 2—3).

Klänge einzelner Instrumente gleicher Gattung zeigten sich verschieden in der Zusammensetzung und ordneten sich unter dieselben Regeln[1]).

Wenn das Material die Klangfarbe beeinflusst, worüber die Acten noch nicht geschlossen scheinen[2]), so wird wol auch dieser Einfluss auf die Verschiedenheit der Obertöne zurückgeführt werden.

Sehr eng hängt mit HELMHOLTZ' Auffassung der Klangfarbe die Frage zusammen, ob dieselbe durch die Phasenunterschiede der Teilwellen mit bedingt ist. Man kann sich leicht überzeugen, dass die objective Wellenform durch Verschiebung der Phasen bedeutende Veränderungen erleidet. Wenn aber die zusammengesetzte Welle im Ohr zerlegt wird und die Klangfarbe nichts Anderes ist als die dadurch entstehende Zusammensetzung des Empfindungsganzen, so muss immer das nämliche Empfindungsganze und die nämliche Klangfarbe herauskommen, welche Phasenverschiebungen auch objectiv stattfinden. Die Klangfarbe, sagt daher HELMHOLTZ, kann nur abhängen vom Vorhandensein (der Höhe und Anzahl) und von der Stärke der Obertöne. Nach HELMHOLTZ' berühmten Versuchen über künstliche Klangzusammensetzung sind nun in der Tat Phasenunterschiede in der Hauptsache einflusslos. Doch hat er, was häufig

---

[1]) Vgl. o. 240 und die 517 erwähnte Schrift von RITZ. Bei Violinen entstehen hienach immer weniger Obertöne, je weiter man mit dem Bogen gegen das Griffbrett rückt und ferner je höher der Ton auf der Saite gegriffen wird, je kürzer also das schwingende Stück ist. In entsprechender Weise ändert sich auch die Klangfarbe, wie dies allen Spielern bekannt ist. Nach LEWIS WRIGHT, Tone of Violins, schwingen die Saiten guter alter Violinen in einfacheren Curven als die von Violinen geringerer Qualität, d. h. der Grundton hat relativ grössere Stärke (Nature XXII. No. 567, nach Fortschr. d. Phys. Bd. 36 S. 1118).

[2]) SCHAFHÄUTL behauptete nach seinen Versuchen solchen Einfluss, GEVAERT leugnet ihn auf Grund der Erfahrungen von SAX und will darum gar nicht mehr von Blech- und Holzinstrumenten als natürlichen Classen gesprochen wissen (Neue Instr.-Lehre S. 5). BOUTET untersuchte neuerdings die Frage in Bezug auf die Mundstücke und fand den Klang je nach dem Material der Platten verschieden, am sanftesten bei solchen aus Holz oder Kork (WIED. Ann. Beibl. 1888, 319 Ref.).

übersehen wird, von Anfang an Einschränkungen beigefügt. Es könnten Ausnahmen vorkommen, erstlich indem Combinationstöne sich bilden, welche die primären Töne teils schwächen teils verstärken, zweitens indem höhere Obertöne untereinander schweben, wobei es wahrscheinlich nicht gleichgültig sei, ob ihre Phasen zusammenfallen oder nicht, überdies auch Geräusche erzeugt werden könnten[1]). R. König behauptet nun nach Versuchen mit der von ihm gebauten „Wellensirene" mit Bestimmtheit, dass Phasenverschiebungen merkliche Veränderungen der Klangfarbe bedingen, wenn auch nur von der Art, wie wenn ein und derselbe Vocal von verschiedenen Personen gesungen oder ein Ton von zwei Instrumenten gleicher Gattung angegeben wird[2]). Es bleibt zu prüfen, ob diese Verschiedenheiten innerhalb der von Helmholtz angedeuteten Erklärungsgründe fallen, die mir allerdings nicht vollkommen klar geworden sind. Jedenfalls werden durch Unterschiede, die nur von Schwebungen herrühren, in keiner Weise die von Helmholtz durchgeführten allgemeinen Voraussetzungen betroffen, da ja vielmehr die Schwebungen selbst Zerlegung der zusammengesetzten Welle im Ohr voraussetzen. Auch müsste man, wenn wir zur alten Anschauung zurückkehrend irgend eine directere Abhängigkeit der Klangfarbe von der Form der objectiven Welle annehmen wollten, doch wol grössere Unterschiede als Folge von Phasenverschiebungen erwarten.

Endlich bot sich zur Erprobung der Klangfarbenlehre die Vocaltheorie. Hier war der massgebende Einfluss mitklingender Töne bereits früher erkannt[3]), ist aber durch Helmholtz genauer bestimmt und wiederum durch annähernde künstliche

---

[1]) Pogg. Ann. Bd. 108 (1859) S. 289. Tonempf. [4] 207.

[2]) Wied. Ann. XIV (1881) 369, XXXIX (1890) 403. Ber. d. Heidelberger Versammlung d. deutschen Naturforscher u. Ärzte 1889 S. 199.

[3]) Vielleicht der Erste, welcher davon eine Ahnung hatte, war der bekannte Automatenverfertiger Kempelen, nach einer „sonderbaren" Bemerkung, welche Willis (Pogg. Ann. Bd. 24 S. 415) von ihm citirt: „Wenn ich die verschiedenen Vocale auf demselben Ton spreche, haben sie doch Etwas an sich, was eine Veränderung für mein Ohr ergibt und mich glauben macht, dass eine gewisse Melodie vorliegt, welche doch, wie ich

Zusammensetzung controlirt worden; wenn auch über die Frage, ob ein bestimmter Vocal hauptsächlich durch die absolute oder durch die relative Höhe der Beitöne bestimmt wird, noch nicht Übereinstimmung erzielt ist[1]).

4. Principielle Schwierigkeiten. Farben einfacher Töne.

Der tatsächliche Zusammenhang der Klangfarbe mit den Obertönen, und zwar als empfundenen, ist ausser allem Zweifel. Aber man kann nicht sagen, dass derselbe, wie er in obigen fünf empirischen Regeln ausgesprochen ist, psychologisch vollkommen durchsichtig und verständlich wäre. Er bedarf selbst wieder der Erklärung. Man fragt sich: Warum und wodurch bewirken die ungeradzahligen Teiltöne einen hohlen, näselnden

---

sehr wol weiss, nur durch eine Veränderung von Tönen in Bezug auf Tiefe und Höhe erzeugt werden kann."

[1]) Helmholtz vertritt die erste, Grassmann Wied. Ann. I 606 die zweite Anschauung. Vgl. F. Auerbach das. III 152, IV 508. Lahr, Die Grassmann'sche Vocaltheorie, Jenenser Diss. 1885, abgedr. Wied. Ann. XXVII 94. Graham Bell (Americ. Journ. of Otol. I 1879) hat den Phonautographen, Lahr den Phonographen zur Prüfung benützt. Über eine neuere Untersuchung auf objectivem Wege von Doumer s. Wied. Ann. Beibl. 1888 S. 318. Eichhorn prüfte Lahr's Ergebnisse durch künstliche Zusammensetzung mit einer „Vocalsirene" nach Art von König's Wellensirene Wied. Ann. XXXIX (1890) 148.

Dass übrigens Helmholtz selbst die relative Höhe der Teiltöne nicht für ganz einflusslos hält, versteht sich, wie ich meine, von selbst, und geht z. B. aus der o. 352 erwähnten Bemerkung hervor (wozu auch die meinige I 260 unten, sowie Sievers' Grundzüge der Lautphysiologie S. 39 unten).

Grassmann ordnete nach seiner Analyse alle Vocale in ein Dreieck, analog dem bekannten Farbendreieck, etwa mit den Grundvocalen *A U I*. Sievers spricht von dieser Idee, welche auch Wundt sich angeeignet hat, bereits 1876 als einer älteren, findet aber die Darstellung auf einer Geraden zwischen *U* und *I* (Winteler 1876) angemessener. Nachher ordnet er mit Rücksicht auf feinere Unterschiede die Vocale in concentrische Kreise um den Mittelpunct *A*, wobei jedoch der Durchmesser *A U I* besonders ausgezeichnet bleibt. Nicht uninteressant ist es für uns, wie Sievers die Idee der Distanzschätzungen bei Vocalen durchführt, indem er auf dieser Geraden zunächst bestimmte Vocale (Kategorien) fixirt, dann die übrigen zwischen ihnen einträgt.

Klang? Warum wird ein Klang durch Obertöne kräftiger, prächtiger? Warum auch nur reicher? Denn wer ihn nicht analysirt, fasst ihn als eben so einfach wie den wirklich einfachen Ton. Besonders aber: Warum wird er heller?

Helmholtz sagt ausdrücklich: „Einfache Töne können nur Unterschiede der Stärke, nicht der musikalischen Klangfarbe darbieten" (120). Hienach sollte man erwarten, dass durch den Hinzutritt von einfachen Tönen, wenn überhaupt Etwas, auch nur die Stärke, nicht aber die musikalische Klangfarbe geändert oder gar erst geschaffen würde. Käme dem einzelnen Ton keine Stärke zu, so würde doch erst recht auch dem Ganzen keine zukommen. Ebenso wenn dem einzelnen Ton keine Farbe zukommt, wie soll sie dem Ganzen eignen? Aus Nichts wird Nichts. Wenn wir einen dunklen Raum erhellen wollen, sagt G. Engel mit Recht, so müssen wir etwas Helles hineinbringen; wollen wir ein bitteres Getränk versüssen, so müssen wir einen Stoff hinzumischen, der an sich selber süss ist. Ist auch der Begriff der Mischung hier wol nicht ganz derselbe wie der der Vereinigung von Tönen, so gilt doch der analoge Schluss.

Die unabweisbare Consequenz also und die Vorbedingung zur Lösung obiger Schwierigkeiten ist die, dass wir auch den einfachen Tönen schon eine Farbe zuerkennen, die wir Tonfarbe nennen wollen, während wir unter Klangfarbe im Folgenden die aus den Tonfarben resultirende Eigentümlichkeit der obertonhaltigen Klänge (Einzelklänge) verstehen [1].

---

[1]) Ich habe den Ausdruck Tonfarbe in diesem Sinne und zum Unterschiede von der Klangfarbe zuerst in der Revue philos. XX, 1885, S. 618 und in der Z. f. Philos. u. phil. Krit. Bd. 89 S. 46 gebraucht. Der Begriff der Tonfarbe als eines mit der Höhe veränderlichen Elementes und als der Grundlage der Klangfarbe stand mir längst fest und ist I 202—3 schon in Anwendung gebracht; aber ich fasste damals Ton- und Klangfarbe als identisch mit Ton- und Klanggefühl, worüber sogleich näher zu sprechen ist. Unabhängig von mir hat G. Engel die nämliche Consequenz gezogen und den einfachen Tönen eine mit ihrer Höhe veränderliche Farbe zuerkannt in seiner sehr verdienstlichen Studie „Über den Begriff der Klangfarbe" Philos. Vorträge d. phil. Gesellsch. zu Berlin, N. F. 12. Heft 1887 (der Vortrag ist 1885 gehalten).

Das Nämliche ergibt sich auch daraus, dass zwischen einfachen und zusammengesetzten Klängen doch nur ein gradueller Unterschied ist. Lassen wir die Obertöne schwächer und schwächer werden, so geht eben der zusammengesetzte in den einfachen über. Es ist nicht, wie sich manche den Erscheinungen Fernerstehende vorstellen, der einfache Ton etwas ganz Unerhörtes, specifisch Anderes, irgend ein unvorstellbares Ding an sich.

Auch die directe Beobachtung bestätigt dies, und sie lehrt des Näheren, dass die Tonfarben eine mit der Tonhöhe fortschreitende Reihe bilden von der dunkelsten bis zur hellsten. Und Helmholtz selbst äussert sich entsprechend, wenn er z. B. einfache Töne in der Tiefe dumpf nennt (Regel 1). Dagegen ist es nicht genau, wenn einfache Töne schlechthin als weich, angenehm, aber unkräftig bezeichnet werden. Sie werden in den höheren Regionen immer schärfer, spitziger und bei objectiver Erzeugung meistens auch intensiver und durchdringender. Und hiemit nähern wir uns der Einsicht, warum ein Klang um so heller, schärfer werden muss, je mehr und je höhere Obertöne dem Grundton zugefügt werden.

Freilich ist die Sache damit noch nicht erledigt. Worin besteht Das, was wir hier Tonfarbe nennen? Ist es ein nicht weiter definirbares Moment, welches neben der Höhe (Qualität) und Stärke der Tonempfindung als drittes aufzuführen ist? Von welcher Eigentümlichkeit des Reizes wäre dieses abhängig, da doch Sinusschwingungen sich nur durch Länge und Amplitude unterscheiden? Was berechtigt uns psychologisch, dieses Moment von der Qualität der Töne noch zu unterscheiden, wenn es doch derselben parallel veränderlich sein soll: lässt sich jeder Einfluss, den es üben soll, nicht ebensogut auf die Qualität zurückführen, und wie kann man zwei streng parallel veränderliche Momente in der Wahrnehmung sondern oder für Ungläubige als zwei nachweisen? Was heisst es endlich, dass die Tonfarben sich zur Klangfarbe mischen? Haben wir hier doch einen Fall jener Chemie der Empfindungen, die sonst nirgends vorkommt? Und müssten sich dann nicht eben die ganzen

Empfindungen einschliesslich ihrer Stärke und Qualität mischen, was doch nach allen unsren Feststellungen entschieden nicht der Fall ist?

5. Versuch, Tonfarbe mit Tongefühl zu identificiren.

Bis vor nicht langer Zeit glaubte ich hierauf eine genügende Antwort zu besitzen. Die Tonfarbe schien mir nichts Anderes als das Tongefühl und die Klangfarbe also das Klanggefühl zu sein. An jede Empfindung knüpft sich ja ein, sei es auch schwaches, Element der Lust oder Unlust. Speciell an jede Tonempfindung ist im normalen Zustand ein gewisses Lustgefühl geknüpft, wenn dasselbe auch in den höchsten Regionen durch stechende Schmerzen in Folge von Nebenwirkungen auf den Tastsinn paralysirt sein kann und ausserdem individuell verschieden ist. Dieses Lustgefühl wächst mit der Tonstärke (abgesehen von Nebenwirkungen) und variirt qualitativ mit der Tonhöhe. Es gleicht bei tiefen Tönen dem Gefühl, welches mit dunklen Farben verknüpft ist, bei hohen dem bei lichten Farben. Wir haben also hier eine regelmässige Begleiterscheinung und doch nicht ein eigentliches Moment des Empfindungsinhaltes selbst, wie Qualität und Stärke. Und ebensowenig wie wir für die Lust an einer Farbe eine besondere Eigentümlichkeit der Ätherschwingung neben ihrer Länge und Amplitude als physisches Antecedens in Anspruch nehmen, ebensowenig haben wir nötig, hier nach einer entsprechenden Eigentümlichkeit der Tonwellen zu suchen. Ein physiologischer Grund im Centralnervensystem muss wol vorhanden sein, ist aber in beiden Fällen gleich unbekannt.

Aber auch die psychologischen Schwierigkeiten schienen mir erledigt, sobald Tonfarbe mit Tongefühl identificirt wird. Denn bei Gefühlen schien es unleugbar, dass sie sich mischen. Selbst für entgegengesetzte Gefühle, Lust und Unlust, und gerade für solche zuerst, wurde dies angenommen (Moses Mendelssohn's „vermischte Empfindungen"), und Hume sprach auch geradezu von einer „Chemie" der Gefühle. Ferner schienen mir die Klangfarbenpraedicate, wie wir sie zu Anfang aufzählten, gerade-

wegs auf diese Auffassung hinzuweisen; denn z. B. als „angenehm, mild“ bezeichnen wir Sinneseindrücke doch gerade nach ihrer Gefühlsseite. Und da die durch Associationen bedingten Klangpraedicate, wie „melancholisch“ u. s. f. von vornherein unzweifelhaft Gefühlspraedicate sind, so wurde die gesammte Reihe der Praedicate auf diese Weise unter einen gemeinsamen Begriff gebracht. Auch für den Unterschied in der Wirkung der gerad- und ungeradzahligen Teiltöne und noch für manche andere Frage (vgl. o. 351) glaubte ich auf diesem Wege eine Erklärung gewinnen zu können.

6. Gründe gegen diese Ansicht.

Ein störender Umstand ist es nun zunächst, dass Unmusikalische, denen Töne überhaupt kaum eine merkliche Lust erwecken, doch Unterschiede der Klangfarbe verhältnismässig gut auseinderhalten. Allerdings handelt es sich dabei grossenteils um die Klangfarbe im weiteren Sinne, es wirken die zahlreichen unter 2, b) f. erwähnten Kennzeichen mit, und bliebe noch zu prüfen, ob bei Beseitigung dieser Hilfen, z. B. wenn eine Flöte, dann eine Violine, dann eine Trompete dieselbe Melodie spielen, jede in einer solchen Entfernung, dass die Geräusche unhörbar und die Stärke die gleiche würde, ob dann noch der Unterschied mit einiger Sicherheit von Unmusikalischen bemerkt würde. Doch öffnet dieses Bedenken durchschlagenderen den Weg.

Auf das Klanggefühl kann nicht wol die Analyse Einfluss haben. Ein Accord aus drei bestimmten Tönen $c^1 e^1 g^1$ erweckt das nämliche Klanggefühl, mögen wir die Töne darin unterscheiden oder nicht, mögen wir sie deutlicher oder weniger deutlich unterscheiden[1]. Ebenso ist es bei einem Einzelklang

---

[1]) Ich trenne jedoch Klanggefühl und Harmoniegefühl. Das letztere setzt allerdings meiner Meinung nach Analyse des bezüglichen Zusammenklanges voraus. Harmonie kann nur zwischen Mehrerem gefunden werden. Ein Klanggefühl ist also in jedem Fall vorhanden, als unmittelbare Folge der Tonempfindungen; ausserdem aber kann im Fall der Analyse noch das eigentliche Harmoniegefühl vorhanden sein. Ob es wirklich vorhanden ist, hängt noch von manchen anderen Bedingungen ab, wie man ja schon daraus schliessen kann, dass Accorde gar nicht allezeit angenehm gefunden wurden.

mit Obertönen. Auf die Klangfarbe dagegen hat die Analyse Einfluss. Nicht dass sie dadurch verändert würde. Aber es gibt überhaupt eine Klangfarbe nur unter der Bedingung, dass keine Analyse oder wenigstens keine vollkommen deutliche Analyse stattfindet. Sie zerfliesst sozusagen in dem Masse als die Analyse deutlicher und vollständiger wird. Es verhält sich damit ähnlich wie mit der Höhe und Stärke eines Klanges oder Zusammenklanges. Wir schreiben wol auch einem analysirten Zusammenklang unter Umständen eine Höhe und eine Stärke zu, wie oben erläutert wurde; aber erst im Falle der Nichtanalyse tritt diese Auffassung in ihre volle Kraft. So kann man nun auch einem Zusammenklang und ebenso einem Einzelklang eine Klangfarbe im vollen Sinne nur zuschreiben, wenn und soweit er nicht analysirt wird. Damit hängt es auch zusammen, dass eine tiefere Gabel durch Annäherung einer höheren, solange diese noch nicht unterschieden wird, in ihrer Klangfarbe verändert wird. Wird die höhere unterschieden, so hat jede ihre eigene Klangfarbe. Umgekehrt ist eine Klangfarbenänderung der höheren bei Näherung der tieferen kaum zu beobachten: die tiefere ist eben schon bei äusserst geringer Stärke unterscheidbar (o. 353, 356).

Kurz die Klangfarbe ist nicht wie das Klanggefühl eine directe Function der Empfindungen, sondern der Auffassung der Empfindungen. Helmholtz hat diesen Punct meines Wissens nicht principiell hervorgehoben, obgleich er ihn in der o. 352 citirten Beobachtung berührt. Dagegen hat ihn Mach ausdrücklich erwähnt[1]).

Besteht nun die Klangfarbe nicht im Klanggefühl, so kann auch die Tonfarbe nicht im Tongefühl bestehen, und wir müssen nach einer anderen Fassung suchen. Der Weg ist durch die letzte Betrachtung nahegelegt. Es wird sich mit der Klangfarbe ähnlich verhalten wie mit der Klanghöhe und Klang-

---

[1]) Einleitung in die Helmh. Musiktheorie 35: „Eine Klangfarbe gibt es nur solange als man die Klangbestandteile ausser dem Grundton undeutlich hört."

stärke. Der scheinbaren Höhe und Stärke des Klangganzen liegt die wirkliche der Klangteile zu Grunde. Und so werden wir auch die Basis der Klangfarbe oder die Tonfarbe doch in den Empfindungsmomenten suchen müssen, welche den Tönen eigen sind.

Zu gleicher Folgerung führt eine andere Betrachtung. Wenn wir die Anfangs aufgezählten Praedicate durchmustern und die durch blosse Association bedingten sowie die auf die Stärke des Klanges und die Klangfarbe im weiteren Sinne bezüglichen abscheiden, so liegen noch drei Gegensätze vor: dunkel — hell, stumpf (weich) — scharf (rauh), voll (breit) — leer (dünn). Mit denselben drei Gegensätzen werden Empfindungen anderer Sinne bezeichnet, aber nicht nach ihrer Gefühlsseite, sondern nach Momenten der Empfindungen selbst. Bei Übertragung eines solchen Praedicates, wie sie auch sonst stattfindet, erhält dasselbe allerdings einen Gefühlsbeigeschmack. So wenn wir von stumpfen Farben reden. Gleichwol meinen wir auch in diesen Fällen nicht die Gefühlsseite als solche, sondern eine Eigenschaft des Empfindungsinhaltes als solchen, der zufolge an ihn ein ähnliches Gefühl geknüpft ist, wie an einen stumpfen Tasteindruck. Und so ist anzunehmen, dass auch bei Übertragung obiger Gegensätze auf Klänge gewisse sinnliche Eigenschaften der Klänge oder Klangteile bezeichnet sein sollen. Die Gefühlsseite mag es immerhin auch hier sein, welche durch ihre Ähnlichkeit mit den Gefühlswirkungen anderer Sinneseindrücke zur Übertragung der Ausdrücke geführt hat; ein dunkler Ton mag so genannt worden sein, weil er uns ähnlich „anmutet“ wie eine dunkle Farbe. Aber was wir seine Dunkelheit nennen, ist nicht diese Gefühlsreaction selbst, sondern deren Ursache im Empfindungsinhalt.

Wir sehen uns also auf die Eigenschaften der Tonempfindungen als solcher zurückgeführt, und zwar auf die der einfachen Töne, und wollen zunächst zusehen, ob nicht schon aus den allgemein zugestandenen Eigenschaften der Höhe und Stärke die Unterschiede der Tonfarbe und die der Klangfarbe abgeleitet werden können.

7. Anteil der Tonhöhe an der Tonfarbe und Klangfarbe.

Kann man nicht ganz einfach Tonfarbe mit Tonhöhe identisch setzen? Der Gegensatz von Dunkel und Hell bei Tönen kann in der Tat auch den Unterschied der Tonqualitäten als solcher bedeuten. Tief und Hoch sind ja auch nur metaphorische Ausdrücke. Wir erinnern uns, dass Mach die Elemente, aus denen er sich die Tonqualitäten ihrer Höhe nach zusammengesetzt denkt, als Dumpf und Hell bezeichnet (o. 273). Einer der o. 380 erwähnten Knaben frug mich, als ich von ihm wissen wollte, welchen von zwei Tönen er für den höheren halte: „Meinen Sie: welcher dumpf und hell ist?“ Das $5^1/_2$jährige Kind hatte von seinen ganz unmusikalischen Eltern nie unsre technischen Ausdrücke Hoch und Tief vernommen und war von selbst auf die Mach'schen Ausdrücke verfallen. Ähnlich sagte ein $4^1/_2$jähriges Kind, mein Sohn Rudolf, als er zwischen zwei Trompetchen wählen sollte, die um einen Ton verschieden waren: „Ich will die dunklere haben.“

Lassen wir nun zu einem gegebenen Grundton Obertöne treten, ohne dass sie von demselben unterschieden werden, so wird zwar nicht eine Mischung, nicht ein mittlerer Ton die Folge sein, wol aber wird der qualitative Charakter der scheinbar einheitlichen Empfindung irgendwie für unser Urteil verändert werden. Und zwar werden wir diesem Empfindungsganzen etwas von den Eigenschaften der Teilempfindungen zuschreiben, so wie wir dem Geschmack des Senfs, des Pfeffers, dem Geruch des Ammoniaks etwas Beissendes, Stechendes zuschreiben, obschon Dies Eigenschaften der damit verbundenen aber nicht unterschiedenen Tastempfindungen des Trigeminus sind, wie sie durch Einwirkung des Senfs auch an anderen Körperstellen ohne Geschmacksempfindungen zu Stande kommen. So geschieht es denn auch: ein Grundton mit Obertönen scheint uns höher als ein gleichhoher ohne Obertöne.

Aber diese scheinbare Verschiebung auf der Tonlinie ist doch nicht ganz identisch mit der eintretenden Klangfarbenänderung. Wir können uns ja bei genauerer Aufmerksamkeit

überzeugen, dass eine wirkliche Erhöhung nicht stattfindet. Wir können obertonarme Pfeiftöne als gleichhoch mit bestimmten Claviertönen erkennen. Dann fällt also das Zuhoch- oder Zutiefscheinen hinweg; trotzdem können wir nicht umhin, die einen dunkler, die anderen heller zu finden. Es ist also doch noch ein Unterschied zwischen Höherwerden und Hellerwerden. Beides deckt sich wenigstens nicht unbedingt.

Ferner können wir auf diesem Wege nicht die übrigen Praedicate der Ton- und Klangfarbe, den Gegensatz des Stumpfen und Scharfen, Vollen und Leeren erklären.

8. Anteil der Tonstärke an der Ton- und Klangfarbe.

Vielleicht gelingt es besser, wenn wir Intensitätsunterschiede der hohen und tiefen Töne mit in Betracht ziehen. Zwar eignet Tönen von bestimmter Höhe nicht regelmässig nur eine bestimmte Stärke. Doch besteht eine Parallelität insofern, als einfache Töne, je tiefer sie sind, um so schwächer angegeben werden müssen, wenn nicht Obertöne sich einstellen sollen. In den höchsten Regionen sind einfache Töne auf objectivem Wege selten anders als sehr stark und durchdringend zu erzielen (von ihrem Vorkommen in Geräuschen und von subjectiven Empfindungen können wir hier absehen). Man kann also sagen, dass die grösste erreichbare, sowie auch die grösste gewöhnliche Intensität einfacher Töne mit ihrer Höhe zunimmt. Ausserdem wissen wir, dass bei gleicher, also auch bei gleichmässig mittlerer, Reizstärke die Empfindungsstärke mit der Höhe der Töne zunimmt.

Hieraus begreift sich nun in der Tat wieder Einiges in Hinsicht der Ton- und Klangfarbe. Wenn wir einfache Töne (die wir natürlich nicht als einfache zu erkennen brauchen) weich, mild nennen, so bedeutet dieses Praedicat, wenn nicht ausschliesslich, doch grossenteils ihre relativ sehr geringe Intensität. Man wird sogleich einwenden, dass wir nicht alle leisen Klänge als weich und mild, sondern z. B. einen Oboenklang auch im Pianissimo nur als dünn bezeichnen. Aber daraus folgt nur, dass hiebei irgend ein anderes Motiv bestimmend und

überwiegend ist, worauf wir auch noch kommen, nicht aber, dass das angegebene Motiv bei den einfachen Tönen nicht massgebend wäre.

Wenn wir gewisse Töne auch dumpf nennen, so ist damit ihre Schwäche zusammen mit ihrer Tiefe ausgedrückt. Ein dumpfer Ton ist immer ein schwacher tiefer Ton. Dieses Wort braucht nicht einmal als eine Übertragung von einem anderen Sinnesgebiet her gedeutet zu werden. Es mag auf verschiedenen Gebieten eine gleich ursprüngliche Bedeutung haben.

Wenn wir sodann sehr hohe einfache Töne schrill, durchdringend nennen, so sind dies wieder nur Ausdrücke für ihre gewöhnliche und charakteristische Intensität bei objectiver Erregung. Sie können unter Umständen auch leise sein (wie die meisten subjectiven Töne dieser Region, auch die des Mauspfiffes oder der Galtonpfeife), dann nennen wir aber auch ihre Farbe nicht eine schrille.

Aus der Intensität in Verbindung mit der Tonhöhe lassen sich also schon manche Eigenschaften begreifen, die man als solche der Klangfarbe (Tonfarbe) ansieht.

Es tragen aber auch die Nebenempfindungen bei sehr hohen und starken Tönen zu den letztgenannten Bezeichnungen bei, die stechenden, ja schmerzhaften Reizungen des Trigeminus im Ohr, öfters sogar durch Reflex in anderen Körperteilen. Das „Durchdringend" bezieht sich gewiss mit auf diese Wirkungen.

Welchen Einfluss müssen nun diese Umstände bei obertonhaltigen Klängen haben? Wir wissen, dass eine Mehrzahl von Empfindungen, welche nicht analysirt wird, leicht als stärker aufgefasst wird gegenüber einem ihrer Teile. In Folge Dessen nennt man den obertonhaltigen Klang kräftiger, auch wenn der Grundton nicht stärker als bei einfachen Tönen erklingt. Oft wird dabei aber der Grundton selbst wirklich stärker sein, als ein einfacher von gleicher Höhe es jemals werden kann, weil eben nur unter der Bedingung von Obertönen kräftigere Tongebung möglich ist. Gehören ferner Obertöne von beträchtlicher Stärke den höchsten Regionen an, so muss der Klang dadurch das Gellende, Stechende erhalten, welches jenen

eignet. Gehören sie der ersten Hälfte der viergestrichenen Octave an, so sind sie ohnedies durch die subjective Resonanz begünstigt, und ich kann den bedeutenden Einfluss auf die Klangfarbe, welchen HELMHOLTZ solchen Tönen zuerkennt, nur bestätigen.

Aber noch ein Erklärungsmittel, das unter den Begriff der Intensität fällt, tritt bei obertonhaltigen Klängen hinzu: die Schwebungen der Obertöne unter einander. HELMHOLTZ hat dasselbe wol noch zu wenig ausgenützt, schon darum weil er die Grenze für die Geschwindigkeit merkbarer Schwebungen zu niedrig setzte; aber auch weil er nur die Schwebungen der höheren Obertöne heranzieht. Nun machen aber in der Reihe der harmonischen Teiltöne, wenn wir sie vollständig vorhanden denken, je zwei benachbarte notwendig gleichviele Schwebungen und zwar soviele als der Grundton objectiv Schwingungen hat. Also auch niedrigere Obertöne können sich durch Schwebungen geltend machen. Und der Charakter dieser Schwebungen ist nicht immer Rauhigkeit, sondern je nach ihrer Zahl und der Lage der Töne Brummen, Rollen, Knarren u. s. f. Alle diese Eigenschaften müssen dem Klang (in entsprechender Abschwächung, da es sich ja nur um Obertöne handelt) mitgeteilt werden, d. h. wir werden sie als Eigenschaften desselben auffassen.

Zunächst entsteht bei 30 bis 100 Schwebungen in der Secunde, z. B. bei den 66, welche die Obertöne von *C* erzeugen, eine intensive Rauhigkeit (bei etwas rascheren Schärfe) des Klanges, vorausgesetzt dass die Obertöne zahlreich und stark sind.

Weiter wird durch Schwebungen das Markige gewisser Klänge entstehen, was noch etwas mehr ist als blosse Kräftigkeit. So machen z. B. alle unmittelbar benachbarten Teiltöne des c 132, die des c^1 264 Schwebungen, und selbst diese Anzahl könnte sich nach dem Obigen (S. 461) wenigstens bei den in der dreigestrichenen Octave liegenden Obertönen noch geltend machen, wenn sie nur stark genug im Klange vertreten sind. Noch zahlreichere Schwebungen, z. B. die 352, welche die Teiltöne des f^1 untereinander machen, werden bei blossen Obertönen

nicht mehr empfunden werden, obgleich sie bei Grundtönen noch merklich sein können.

R. König betont neuestens[1]) besonders den Umstand, dass die harmonischen Obertöne nie absolut genau ihren theoretischen Werten entsprechen, und betrachtet die dadurch (indirect) entstehenden Schwebungen als Hauptursache des Schmetterns von Trompetenklängen.

Auch die mit starken Schwebungen verknüpften Geräusche spielen eine Rolle. Sie gehören im Unterschied von den Reibungsgeräuschen bei der Klangerzeugung zur Klangfarbe im engeren Sinne, sind an die Zusammensetzung des Klanges gebunden und verschwinden auch nicht so schnell mit der Entfernung. Auch ihr Einfluss dürfte noch nicht genügend hervorgehoben sein. Ein gewisses feines Zischen bildet eine wesentliche Beimischung mancher Klangfarben. Wenn man eine angeschlagene a^1-Gabel auf ein den Tisch nur lose bedeckendes oder sich wulstförmig darüber erhebendes Blatt Papier aufsetzt, so wird der Ton näselnd, leicht schnarrend, und nähert sich dem einer Oboe oder eines gewöhnlichen Zungen-Stimmpfeifchens. Man kann auch einen Anflug von Rauhigkeit, Heiserkeit darin finden. Ich schliesse, dass ein Geräusch, wie es hier durch 440 Schwingungen bei ihrer Übertragung auf das Papier entsteht (mag man es zu den Geräuschen im engsten Sinne rechnen oder nicht), auch durch 440, in sich unmerkliche, Schwebungen hinreichend starker Obertöne im Ohr zu Stande komme, und dass ein feineres, vielleicht durch noch schnellere Schwebungen bewirktes Geräusch derselben Art jenes Zischen ist.

9. Anteil der Tongrösse an der Ton- und Klangfarbe.

Wären wir im Vorangehenden allen Unterschieden gerecht geworden, die man als solche der Klangfarbe zu bezeichnen pflegt, so würde sie sich für uns aufgelöst haben in die Merkmale der Höhe und Stärke der Teiltöne (nur die zuletzt erwähnten Geräusche wären noch daneben zu nennen). Diese

[1]) „Klänge mit ungleichförmigen Wellen“ Wied. Ann. XXXIX (1890) 403.

beiden Merkmale zusammen würden zunächst die Tonfarbe ausmachen, die entsprechenden Eigentümlichkeiten aber gemäss dem oben erwähnten psychologischen Princip dem nichtanalysirten Klangganzen zugeschrieben.

Allein ich muss gestehen, dass mir die Analyse hiemit noch nicht vollständig scheint. Es gibt Klangfarbenpraedicate, welche eine entschieden quantitative Bedeutung haben. Wir reden von einem grossen, breiten, dicken, vollen, massigen gegenüber einem kleinen, dünnen, spitzigen, feinen, ätherischen Klang. Handelt es sich nun hiebei um einfache Töne, so kann man diese Unterschiede zur Not auf blos associirte Raumvorstellungen (des Gesicht- und Tastsinnes) zurückführen, da mit tieferen Tönen in Folge von Erfahrungen über ihre objective Entstehung oder in Folge von Nebenwirkungen die Vorstellung grösserer Ausdehnung sich verknüpft hat (I 207).

Dagegen können wir zur Erklärung der Klangfarbe diese blos associirten Raumvorstellungen nicht heranziehen. Denn die Obertöne können, solange sie nicht vom Grundton unterschieden werden, unmöglich von den ihnen sonst associirten Raumvorstellungen begleitet sein. Die einem Sinneseindruck associirten Vorstellungen werden von demselben nur dann reproducirt, wenn er selbst von anderen Sinneseindrücken unterschieden wird, nicht aber solange er als unbemerktes Glied eines Empfindungsganzen blos da ist. Die vielen organischen Empfindungen, die Berührungs-, Geruchs-, Geschmacksempfindungen u. s. f., die wir ununterbrochen haben, ohne sie von einander zu unterscheiden, sind im Einzelnen von keinerlei Nebenvorstellungen begleitet. Nur das Ganze derselben, die augenblickliche Gemeinempfindung (Gemeingefühl), reproducirt Vorstellungen, nicht jedes seiner Glieder.

Somit können die an die einfachen Töne associirten Raumvorstellungen keine Wirkung tun, wenn diese Töne als ununterschiedene Obertöne eines Klanges auftreten; können also Nichts zur Erklärung der Klangfarbe helfen.

Nun sind freilich diese Raumvorstellungen mehr an Klänge selbst als an einfache Töne associirt, da die letzteren nur selten

in unsrer Erfahrung für sich allein vorkommen. Aber daraus folgt erst recht, dass sie uns hier Nichts helfen können. Nicht einmal, wenn die von solchen Raumassociationen begleiteten Klänge als solche, nur entsprechend geschwächt, in einen unanalysirten Klang als Teile aufgenommen würden, könnten sie nach dem vorher Gesagten ihre Associationen mitbringen. Noch weniger also wenn nur ihre Grundtöne als Teile in einem unanalysirten Klange vorkommen.

Wir müssen daher auf jenes räumliche oder raumverwandte Moment zurückgreifen, von welchem o. 56 als einer immanenten Eigenschaft der einfachen Töne neben ihrer Höhe und Stärke gesprochen wurde, und welches sich im Allgemeinen parallel mit der Höhe, doch an den Grenzen des Tonreiches stärker und im Übrigen schwächer als die Tonhöhe verändert, eben deshalb auch als ein selbständiges Moment aufzeigbar ist. Übrigens spricht der Kindermund, den wir oben für „Hell und Dunkel“ citirten, auch für diese Eigenschaft der Töne. Manche Kinder unterscheiden die tiefen und hohen Töne als „grosse und kleine“. Zwei Brüder von vier und fünf Jahren nannten die tiefen „alt“ und die hohen „jung“, was sich jedenfalls auch auf das quantitative Moment bezieht; während ihnen die Ausdrücke Hoch und Tief, Hell und Dunkel nicht zu passen schienen. Bei den ganz hohen brachen sie in ein Gelächter aus; diese mochten ihnen gar zu winzig vorkommen.

Diese, mit den Unterschieden der Tonhöhe gleich ursprünglichen, Unterschiede der immanenten Tongrösse sind es sicherlich, auf denen in erster Linie die obigen Raumpraedicate, die wir so wesentlich mit zur Klangfarbe rechnen, beruhen. Zunächst wieder bei den einfachen Tönen. Wir nennen solche breit, voll — dünn, spitz nicht blos weil sie es in Folge von Nebenvorstellungen zu sein scheinen, sondern hauptsächlich weil sie es wirklich sind. Wiederum aber erfolgen, wenn sie als Obertöne im Klange vorkommen, entsprechende Praedicirungen auch gegenüber dem Klangganzen. Freilich zeigt sich hier wieder, dass es sich nicht um räumliche Eigenschaften im optischen oder haptischen Sinne handeln kann. Denn in diesem Falle

müsste durch das Hinzukommen von Obertönen, deren jeder seine, wenn auch geringere, Ausdehnung mitbrächte, uns der Klang immer breiter scheinen. Tatsächlich erhält er aber dadurch etwas Spitzeres, Schärferes, er scheint sozusagen begrenzter und bestimmter gegenüber einem einfachen Ton von gleicher Höhe [1]). Wir praediciren also hier in derselben Weise vom Ganzen die quantitativen Eigentümlichkeiten darin enthaltener nichtanalysirter Teile, wie wenn es sich um qualitative Merkmale handelte, in derselben Weise, wie wir einem Geschmack das Stechende der beigemischten Tasteindrücke zuschreiben.

Unter Umständen, wenn vereinzelte sehr hohe Töne besonders stark im Klang enthalten sind, ohne doch deutlich für sich wahrgenommen zu werden, dürfte der Eindruck des „Näselnden" sich auch auf solche quasi-quantitative Umstände beziehen. Es macht sich etwas Dünnes, Feines mehr als in anderen Klängen gleicher Höhe geltend. Vielleicht ist die Unterscheidungsschwelle für das quantitative Moment hier wirklich schon überschritten, während die Qualitäten als solche nicht geschieden werden?

Auch die Praedicate „Weich, Mild" sind nicht ohne Zusammenhang mit der Tonbreite. Setzt doch, was wir beim Tastsinn weich nennen, immer eine gewisse räumliche Breite voraus. Ja es dürfte auch die grössere „Helligkeit", die wir obertonreicheren Klängen zuschreiben, mit in diesem Moment gründen, insofern die grössere „Schärfe", die wir bereits daraus ableiteten, an die schärferen, bestimmteren Umrisse des Helleren erinnert. Doch stammt dieser Ausdruck in erster Linie gewiss von dem qualitativen, ausserdem auch von dem intensiven Moment, sodass er also eine dreifache Wurzel besitzt.

Wenn man seiner Gehörsanschauung das Quantitative in der Klangfarbe recht deutlich vorführen will, höre man nur eine und dieselbe Note, etwa in der eingestrichenen Octave,

---

[1]) Eine Art von Verbreiterung scheint nur beim zweiohrigen gegenüber dem einohrigen Hören einzutreten, wo ja auch ungleiche Localisation stattfindet, während sich die Töne Eines Ohres durchdringen.

vom Horn (besonders dem Naturhorn) und von der Oboe. Der Hornklang ist ohne alle Frage dicker. Das ist nicht blosse Association.

10. Rückblick und Anwendung.

Auf diese drei Momente gehen, abgesehen von den Nebenempfindungen und Vorstellungen, alle Praedicate der Tonfarbe und damit der sg. Klangfarbe im engeren Wortsinne zurück: Höhe, Stärke, Grösse. Alle drei sind im Grossen und Ganzen (die Stärke freilich nur sehr bedingt) parallel veränderlich. Weil die höheren einfachen Töne höher (heller), stärker und spitzer sind, darum scheinen uns auch die Klänge, in denen sie unanalysirt enthalten sind, gegenüber anderen von gleicher Höhe, Stärke und Breite des Grundtons höher (heller), stärker, schärfer; und dieser Unterschied muss um so beträchtlicher sein, je zahlreichere und je höhere Obertöne dabei sind[1]).

Wir sehen, dass die Klangfarbe im engeren Sinne (Helmholtz' „musikalische Klangfarbe“) ebensowenig ein einheitlicher Begriff ist, wie die Klangfarbe im wei-

[1]) Im Wesentlichen scheint mir das Ergebnis G. Engel's in der obenerwähnten Abhandlung hiemit übereinzustimmen. Auch er findet, „dass jeder höhere Ton an Intensität zu- und an Extensität abnimmt“ (S. 321). Ja er scheint die qualitativen (Höhen-) Unterschiede selbst in diese beiden Eigenschaften zu setzen, was ich freilich nicht billigen kann. Besonders wertvoll ist die Anerkennung des extensiven Momentes. Auch die Ansicht, dass dasselbe an den Grenzen sich stärker verändere als das qualitative, könnte man an einer Stelle ausgesprochen finden: „Gäbe es keine tiefsten und höchsten Töne, so würden, wie mir scheint, Tonfarbe und Tonhöhe in der Tat ganz identisch sein“ (326). Doch denkt Engel hier zunächst an die Tatsache der Tongrenzen, welche er erklären will; die untere Grenze scheint ihm in der Abnahme der Intensität, die obere in der der Extensität begründet. Ich ergreife diese Gelegenheit, die Puncte der Übereinstimmung hervorzuheben, um so lieber, als ich in meiner Besprechung dieser Abhandlung (Viertelj.-Schr. f. Musikwiss. 1888 S. 146) von meinem damaligen Standpunct aus ihr nicht vollständig gerecht geworden bin. Auch über Geräusche, besonders der menschlichen Stimme, gibt Engel lehrreiche Bemerkungen (344 f.) und führt u. A. mit Recht die sg. verschleierte Klangfarbe, die bei geringen Graden oft als besonderer Reiz empfunden wird (Jenny Lind), auf leise Luftgeräusche zurück.

teren Sinne, und dass es durchaus unberechtigt ist, von ihr als einem der Höhe und Stärke coordinirten Moment der Tonempfindungen zu sprechen, wie dies allgemein geschieht. Der Klang als eine Verbindung von Tönen hat für Den, der ihn analysirt, weder Höhe noch Stärke noch Farbe. Wer ihn nicht analysirt, schreibt ihm alles Dieses zu, aber er könnte es nicht zuschreiben, wenn nicht die einfachen Töne es besässen. Und bei diesen selbst ist die Tonfarbe, wenn wir das Wort nach Massgabe der Epitheta fassen, die unter Klangfarbe vereinigt zu werden pflegen, nicht etwas neben der Stärke und Höhe, sondern teils Stärke, teils Höhe, teils Grösse.

Wollen wir aber unter Tonfarbe etwas neben Stärke und Höhe verstehen, dann müssen wir sie eben mit Grösse identisch setzen. Dann müssen wir auch unter Klangfarbe nur diejenigen Praedicate rechnen, die ausschliesslich durch die Grösse bedingt sind. Eine solche Verengerung der üblichen Bedeutung würde dem Wort einen einheitlichen Begriff unterlegen, wäre aber praktisch gewiss unbequem. Bleiben wir also bei dem alten Gebrauch, nachdem wir unser theoretisches Gewissen salvirt haben.

Der in dieser Untersuchung (ebenso wie in den §§ 25, 26 und 27 III.) hervorgehobene Zug, dass auf ein nichtanalysirtes Ganzes scheinbar in gewissem Grade die Merkmale darin enthaltener Teile übergehen, ist Dasjenige, was an tatsächlicher Wahrheit von jener „Chemie der Empfindungen" übrig bleibt, die wir öfters bekämpften. Falsch bleibt es, dass eine Änderung im Empfindungsinhalte eintritt, noch falscher, dass ein mittlerer Inhalt entstände, und am falschesten, dass eine neue Gattung von Inhalten entstehen könnte. Wenn wir aber obige Weise der Auffassung eines Ganzen unter dem Begriff eines seiner Teile zum Öfteren als Schein, als Täuschung bezeichnet haben, insofern mehrere Empfindungen nicht Eine Höhe u. s. f. haben können, so ist sie doch insofern keine Täuschung, als das Ganze unzweifelhaft mit Recht jedem darin enthaltenen Teil in gewissem Masse ähnlich genannt werden darf (I 113). Findet es Einer gleichwol noch paradox, dass

Etwas, was keine Höhe u. s. f. hat, einem Etwas, was eine Höhe hat, in Bezug auf die Höhe ähnlich sein soll, so wollen wir uns dieses Wortspiel in Gottes Namen gefallen lassen und wieder zur Einzelerklärung übergehen.

Denn man wird fragen, ob auch die von Helmholtz empirisch hingestellten Regeln (o. 521) aus diesen Principien ableitbar seien. Die erste nun bedarf keiner weiteren Erörterung; nur ist hinzuzufügen, dass sie für die einfachen Töne der höchsten Octaven nicht gilt und überhaupt die Farbe einfacher Töne durchweg mit ihrer Höhe variirt. Die übrigen Regeln begreifen sich insoweit sofort, als mit Beifügung immer zahlreicherer Obertöne ein Klang immer heller, kräftiger, markiger erscheinen, unter Umständen auch rauh und scharf werden muss. In Hinsicht der zweiten und fünften Regel kommt es aber auch sehr auf den Grundton an. Ein Klang mit gleichvielen und relativ gleichstarken Obertönen klingt notwendig voller, prächtiger in der Tiefe als in der Höhe. Ferner kann ein Ton mittlerer Region von Obertönen jenseits des sechsten in beträchtlicher Stärke begleitet sein, ohne dadurch rauh zu werden (wie z. B. auf meinem Clavier *a*, welches noch den 10. Teilton cis^4 kräftig mit sich führt); weil eben die Schwebungen der Obertöne hier schon zu rasch erfolgen, um als Rauhigkeit empfunden zu werden. Helmholtz scheint hiebei nur an tiefere Grundtöne gedacht zu haben.

Wenn in der vierten Regel von „Voll" und „Leer" gesprochen wird, so kann natürlich nicht gemeint sein, dass wir eine Fülle von Tönen fänden oder vermissten, da dies ja Analyse von Seiten der Hörenden voraussetzen würde, sondern die Ausdrücke sind etwa gleichbedeutend mit (relativ) Breit und Spitz, und damit begreift sich die Regel aus den Principien. Denn jeder Teil wird massgebend für die Auffassung des Ganzen gemäss seiner relativen Intensität. Je stärker also der Grundton im Verhältnis zu den Obertönen, um so mehr tritt die ihm eigentümliche Breite oder Fülle hervor.

In der dritten Regel endlich ist ein eigentümlicher Unterschied erwähnt, der damit zusammenhängen könnte, dass die

Obertöne mit dem Grundton in verschiedenem Grade verschmelzen. Geradzahlige Teiltöne sind die Octave, die Doppeloctave, deren Quinte, die dreifache Octave u. s. f.; ungeradzahlige die Quinte der Octave, die grosse Terz, natürliche Septime der Doppeloctave, die grosse Secunde der dreifachen Octave u. s. f. Im ersten Fall sind also die höheren, im zweiten die mittleren und niederen Verschmelzungen überwiegend vertreten [1]). Nun könnte man annehmen, dass im letzteren Fall der Klang, wenn er auch nicht deutlich analysirt wird, uns doch nicht so einheitlich vorkommt, oder dass wenigstens die Unterscheidungsschwelle für das quantitative Moment bereits überschritten ist, während die Qualitäten ununterschieden bleiben, wie schon oben angedeutet wurde. Wir würden dann im Klange ausser einem breiten ein dünnes Element, wenn auch undeutlich, bemerken; und darum ihn als „hohl" oder (bei höheren, feineren Obertönen) als „näselnd" bezeichnen. Auf diese sozusagen halbwahrgenommene Doppelheit würde auch recht gut jener Ausdruck „Clair-obscur" passen, mit welchem Gevaert [2]) das Eigentümliche des hiehergehörigen Clarinettenklanges bezeichnet. Zur Annäherung an die Analyse könnte auch der Umstand beitragen, dass die ungeradzahligen Obertöne einen beziehungsweise grösseren Abstand vom Grundton besitzen; der erste ungeradzahlige (3) einen grösseren als der geradzahlige (2) u. s. f. [3]) Dennoch scheint mir die Erklärungsweise nicht ganz unbedenklich.

Vermutlich hängt der Unterschied (welcher übrigens auch wol noch eine experimentelle Einzeluntersuchung verdiente) gar nicht mit den Verschmelzungsstufen zusammen, sondern mit den

[1]) Auch in der zweiten Regel ist dieser Unterschied einigermassen eingeschlossen. Denn der 7. Teilton ist die erste Dissonanz.

[2]) Traité d'Instrumentation 1863.

[3]) In der eben erschienenen Abhandlung (Wied. Ann. XXXIX 403) sagt auch R. König auf Grund künstlicher Klangzusammensetzungen: „Befinden sich in der Reihe (der harmonischen Obertöne) grosse Lücken oder haben einzelne dieser Töne eine beträchtlich grössere Intensität als die anderen, so verliert das Tongemisch dadurch mehr oder weniger seinen einheitlichen Charakter."

entstehenden Differenztönen. Nehmen wir an, dass die Obertöne unter sich Differenztöne bilden, so müssen die geradzahligen Teiltöne 2, 4, 6... Differenztöne geben, welche sämmtlich schon in der Reihe enthalten sind, also die vorhandenen Töne verstärken; und hauptsächlich muss dies dem Tone 2 zu Gute kommen, denn wenn wir die Differenzen der Differenzen mit berücksichtigen, ergibt sich zuletzt immer diese. Der Ton 2 kann dadurch stark genug werden, um nun auch mit 1, dem Grundton, einen Differenzton 1 zu bilden, der jenen merklich verstärkt. Ungeradzahlige Teiltöne dagegen müssen, da die Differenzen ungerader Zahlen gerade sind, Töne geben, die nicht in der Reihe vorhanden sind und, da sie für sich allein zu schwach sind, ganz unwirksam bleiben. Speciell der Ton 2, der auch hier überall resultirt, findet doch nicht einen gleichen bereits vor, den er verstärken könnte. Auf diese Art lässt sich vielleicht Regel 3 auf Regel 4 zurückführen.

Abgesehen von dem letzten Punct, über den wir uns etwas hypothetisch ausdrücken mussten, können wir also nicht blos über die Gründe der einzelnen Regeln Rechenschaft geben, sondern sie auch genauer fassen. Und besonders sei noch hervorgehoben, weil es bisher besonders unbeachtet geblieben ist, dass die Klangfarbe keineswegs nur von der relativen sondern in erster Linie von der absoluten Höhe der Teiltöne (einschliesslich des Grundtones) abhängt; eine Einsicht, welche wol auch für die Ausgestaltung der Vocaltheorie unentbehrlich ist. Schon Willis bemerkt, dass der Vocallaut sich bis zu einem gewissen Grade an einfachen musikalischen Tönen wahrnehmen lasse; wobei er freilich unter den letzteren Einzelklänge versteht, aber die Abhängigkeit ihrer Farbe von der absoluten Höhe des Grundtons richtig erkannt hat. „Die hohen Töne der Orgel oder Geige geben offenbar ein *I* an, die Basstöne ein *U*, und wenn man schnell die ganze Tonreihe hinauf und hinab durchläuft, glaubt man die Reihe *U O A E I* — *I E A O U* zu hören; sodass es den Anschein hat, als sei in einfachen Tönen ein jeder Vocallaut unzertrennlich von einer gewissen Tonhöhe" (Pogg. Ann. Bd. 24, S. 415). Das *U* ist in

der Tat nicht blos durch den Mangel höherer Beitöne sondern auch durch einen nicht zu hohen Grundton bedingt und schon darum in den höchsten Gesangsregionen nicht hervorzubringen. Innerhalb der tiefen und mittleren Region aber ist es gleichfalls nicht das nämliche *U*, wenn man den Grundton tiefer und wenn man ihn höher legt. Dass es dennoch im gewöhnlichen Gebrauch als das nämliche aufgefasst wird, liegt wol zum Teil an psychologischen Momenten; wie denn wiederum schon KEMPELEN und WILLIS betont haben, dass die Erkenntnis der Vocale ausserordentlich durch den Contrast bedingt ist und dass sie ihre volle Deutlichkeit nur in ihrer Verbindung zu Wörtern und Sätzen erlangen [1]). Doch möchte ich den Anteil fester Beitöne hiemit nicht in Abrede stellen und diese verwickelte Frage hier überhaupt nur gestreift haben.

Auch für die Instrumente gilt es, dass sie in verschiedenen Regionen, ja strenggenommen auf jeder einzelnen Tonhöhe verschiedene Klangfarbe haben. Für manche Instrumente ist Dies auch in den Handbüchern der Instrumentation anerkannt. So pflegt man der Clarinette vier sehr verschiedene Register zuzuschreiben, die an bestimmte Zonen ihres grossen Umfanges geknüpft sind [2]). Der Unterschied gründet nur zum Teil in der Anzahl und Ordnungszahl, zum Teil aber auch in der absoluten Höhe der Teiltöne, einschliesslich des Grundtones.

Verbinden sich mehrere Einzelklänge von ungleicher Klangfarbe zu einem Zusammenklang (Klangmischung), so erklärt sich die resultirende Klangfarbe aus den nämlichen Principien. Die Gesammtmasse der Teiltöne bestimmt durch die ihnen eigenen Beschaffenheiten nach Höhe, Stärke und Grösse (sowie

---

[1]) a. a. O. 400. So ist es ja auch bei feineren Unterschieden anderer Art (o. 501). Beide Autoren weisen auf den Umstand hin, dass ein Vocal unkenntlich wird, wenn man ihn längere Zeit anhält. Die besondere Deutlichkeit in den ersten Momenten hat aber auch einen physiologischen Grund (HELMHOLTZ 184).

[2]) JADASSOHN (Lehrb. d. Instrum. 1889 S. 217) nennt das tiefste Register (d—d^1) ernst, das nächste schwächer und nicht von dem vollen, weichen Klange des dritten (c^2—c^3), das höchste (bis f^3) endlich hart, spitz, durchdringend. Auch das Fagott hat ziemlich ungleiche Register.

durch die Schwebungen) die Farbe der Mischung[1]). Ausserdem sind aber auch die Bestandteile der Klangfarbe im weiteren Sinne nicht zu vergessen, die bei solchen Mischungen oft ebenfalls eine grosse Rolle spielen.

Hier liegen keine neuen principiellen Schwierigkeiten. Dagegen entsteht in Bezug auf solche Fälle eine ganz andere Frage, die uns auf das Problem der Unterscheidung beim gleichzeitigen Hören, wovon wir in diesem Bande ausgingen, in einer besonderen Form zurückführt: „Wie ist es möglich, in einer Klangmischung zwei oder mehrere Klangfarben auseinanderzuhalten?"

11. Unterscheidung von Instrumenten ungleicher Klangfarbe in einem Zusammenklang.

Wenn zwei Instrumente zusammenspielen, so können wir oft nicht blos sagen, dass wir z. B. c^1 und e^1 hören, sondern auch dass eine Violine und eine Flöte beteiligt sind, und sogar dass c^1 von der Violine, e^1 von der Flöte angegeben wird. Nun aber ist Das, was wir hiebei hören, nichts Anderes als eine grosse Reihe verhältnismässig schwacher höherer neben zwei verhältnismässig starken tieferen Tönen. Wie kommen wir dazu, einen Teil der ersteren, ehe und ohne dass wir sie überhaupt heraushören, mit c^1, den anderen Teil mit e^1 zu einer engeren Einheit in unsrer Auffassung zu verbinden? Und warum gerade diese mit e^1, jene mit c^1, und nicht ebensogut umgekehrt? Selbst wenn wir die Obertöne heraushören: woran merken wir, zu welchem der Grundtöne sie gehören? Man sollte zunächst erwarten, dass die Gesammtmasse der Obertöne gleichmässig ihren Einfluss auf die Auffassung des Klanges üben müsste, dass wir also hier einen Klang von mittlerer Farbe

[1]) Beispielsweise wenn Jahn (Mozart [1] IV 625) vom Marsch in der Zauberflöte sagt: „Die Verbindung der Bassethörner mit den Fagotts bringt einen weichen, gedämpften Klang hervor, der durch eine Flöte heller und milder wird, während die vollen Accorde der Hörner und Posaunen demselben Macht und Fülle geben, ohne ihn laut und hart zu machen" — so ist uns dies Alles nun vollkommen auf seine letzten Gründe zurückführbar.

statuiren müssten, in welchem nur eben zwei Töne von einander unterschieden würden.

Die Frage scheint Anfangs heikel genug. Man hat sie sogar nur unter der Voraussetzung lösbar erachtet, dass das gleichzeitige Hören überhaupt Täuschung sei und wir in Wirklichkeit die Töne nur miteinander abwechselnd hörten. Indessen kehrt die Schwierigkeit für diesen Standpunct nicht blos wieder sondern vermehrt sich. Wenn wir nicht zwei Töne gleichzeitig hören können, so werden wir keineswegs abwechselnd Flöte und Violine hören, denn jeder dieser Klänge ist schon wieder durch eine Mehrzahl von Teiltönen charakterisirt, sondern wir werden die Grundtöne abwechselnd hören und dazwischen vielleicht zu noch grösserer Abwechselung auch Obertöne des einen und anderen Instrumentes. Und nun wird es erst recht schwierig sein, in diesem wilden Heer Ordnung zu halten und jeden Grundton mit seinen zugehörigen Obertönen irgendwie zu verbinden. Aber wir haben ja gesehen (o. 30—31), dass schon die Klangfarbe eines einzelnen Instrumentes für diesen Standpunct unerklärlich wird.

Ehe wir erklären, müssen wir bedenken, dass man die fragliche Fähigkeit nicht unter allen Umständen besitzt. Es gibt Fälle, wo es auch Geübten schwer oder unmöglich wird, zwei verschiedene Instrumente im Zusammenklang zu erkennen, während man zwei Töne recht wol heraushört. Beispielsweise ist es mir so ergangen mit den Octaven von Cello und Oboe in SCHUMANN's *D*-moll-Symphonie 2. Satz, als ich sie zum ersten Male in einer höchstvollendeten Weise aufgeführt hörte und diese beiden Instrumente auf's Genaueste zusammenspielten. Zuerst konnte ich ein Unisono zu hören glauben, dann wol erkennen, dass es Octavengänge waren, aber es schien als würden sie von Einem Instrument vorgetragen, welches weder Cello noch Oboe noch ein sonst bekanntes wäre. Gegenüber complicirteren oder originelleren Klangmischungen mag sich auch der Fachmusiker öfters in diesem Falle befinden.

Wo wir aber zur Unterscheidung fähig sind, dienen uns verschiedene Mittel. In manchen Fällen schon ungleiche Lo-

calisation; wenn nämlich zwei Instrumente rechts und links verteilt sind. Tönt die Clarinette rechts, die Geige links, so werden mit dem rechts localisirten Grundton zugleich die Obertöne der Clarinette, mit dem links localisirten die der Geige besonders stark gehört und erzeugen die charakteristische Färbung des auf jeder Seite gehörten Klangganzen. Allerdings werden auf jeder Seite auch die Obertöne des entgegengesetzten Instrumentes gehört, aber unter Umständen so viel schwächer, dass sie die Klangfarbe auf dieser Seite nur wenig verändern und nicht ganz unkenntlich machen.

Sind wir bei ruhiger Kopfhaltung noch im Zweifel, so genügt öfters eine Drehung, um eine hinreichende Verstärkung des von einem Instrument kommenden Klangganzen herbeizuführen und so die Trennung zu erleichtern. Selbst im eigentlichen Unisono können wir so zwei Instrumente auseinanderhalten, wenn sie räumlich weit genug rechts und links stehen.

Psychologisch müssen wir aber beachten, dass der Vorgang schon unter den ebengenannten Voraussetzungen nicht ganz derselbe ist wie beim Unterscheiden und Heraushören zweier Töne. Denn auch im günstigsten Fall findet, wie gesagt, auf jeder Seite eine leichte Modification der bekannten Klangfarbe durch das andere Instrument statt, und es ist ein Act der Deutung notwendig, um die Klangfarbe auf die gewohnte der Violine zu beziehen, wenn auch in solchen Fällen die Deutung für Alle, die den Klang sonst kennen, nicht die geringsten Schwierigkeiten hat.

Das Nämliche gilt, und in weiterer Ausdehnung, für die nun zu erwähnenden Hilfsmittel, zunächst das der zeitlichen Durchkreuzung. Wo der Componist beabsichtigt, dass wir zwei Instrumente als verschiedene Individualitäten auseinanderhalten sollen, da pflegt er sie eben nicht genau gleichzeitig zu gebrauchen. Das eine geht in Achteln, das andere in Vierteln, das eine setzt etwas später ein, während das andere momentan pausirt oder eine längere Note hat u. s. w. Man erhält so Gelegenheit, jedes zuerst für sich oder wenigstens als selbständig bewegten Teil des Klangganzen zu hören. Vereinigen sie sich

dann zeitweilig zu strenger Gleichzeitigkeit, so beziehen wir den entstehenden Zusammenklang auf beide, obgleich dann eine wirklich einheitliche Klangfarbe entsteht.

Es bestehen aber auch ohne solche vom Componisten vorgeschriebene Zeitunterschiede charakteristische Ungleichheiten in Ansatz und Haltung des Klanges, die wir unter der „Klangfarbe im weiteren Sinne“ erwähnten. Die Obertöne machen natürlich diese kleinen Nuancen mit. Wir sagten o. 350, dass diese Ungleichheiten als partielle Veränderungen die Analyse eines beispielsweise aus menschlicher Stimme und Orgel gebildeten Zusammenklanges erleichtern. Die Erkennung der Klangquellen selbst aber erleichtern sie nicht blos, sondern ermöglichen sie, und zwar nur in der vorhin definirten Weise.

In gleicher Weise dienen die charakteristischen Erzeugungsgeräusche, das Blasen, Schlagen, Streichen, auch wol Kratzen. Auch diese können uns sogar ein eigentliches Unisono auf mehrere Instrumente deuten lassen, wenn wir verschiedene bekannte Geräusche während des Klanges vernehmen[1]).

Endlich ist die durch die Obertonschwebungen bedingte Rauhigkeit tieferer Klänge dienlich. Reine harmonische Ober-

[1]) Ritz, der, wie wir hörten, diese Geräusche überhaupt als das wesentlichste Merkmal der Instrumente bezeichnet, erblickt darin auch das einzige Mittel, zeitlich zusammenfallende Instrumentalklänge auseinanderzuhalten. „In der wirklichen Musik begleitet das Reibegeräusch des Bogens den Violinklang als Ganzes, aber es begleitet auch alle zugehörigen Obertöne in gleicher Weise; ebenso begleitet das Blasegeräusch der Oboe den Oboeklang in allen seinen Obertönen.“ (Unters. 41.) Freilich ist die Schwierigkeit damit nicht gelöst, solange man ein wirkliches Heraushören der Klangfarben als solcher annimmt; denn wenn Oboe und Violine zusammenspielen, begleiten eben beide Geräusche beide Tongruppen, und ich wüsste nicht, woran wir die Zugehörigkeit eines Geräusches erkennen sollten. Wir können aus diesem Kriterium für sich allein nur schliessen, dass die beiden Instrumente an dem Zusammenklang beteiligt sind, nicht aber, dass die Violine z. B. c^2, die Oboe g^2 angibt. Aber es ist Ritz nachzurühmen, dass er allein die vorliegende Schwierigkeit überhaupt bemerkt hat, ausgenommen F. Brentano, welcher sie im Zusammenhang mit dem Problem der Analyse in seinen Vorlesungen besonders zu betonen pflegt.

töne schweben in gleichem Rhythmus mit dem Grundton und bei lückenlosem Vorhandensein auch mit gleicher Geschwindigkeit. Gibt das Cello ein *C*, so schwebt die ganze Klangmasse in der Weise, die wir als das Markige dieses Klanges kennen. Wenn nun zugleich eine Flöte den Ton e^2 bläst, welcher vollkommen glatt ertönt, so können wir diesen in der Auffassung vom Gesammtklang trennen und seinen sonstigen Kennzeichen gemäss auf dieses Instrument beziehen. Freilich ist wieder eine Art Abstraction notwendig, wie mehr oder weniger in allen genannten Fällen.

Negative Kriterien, wodurch wir das Bereich möglicher Deutungen wenigstens einschränken, gibt es ohnehin genug. Der Instrumentenkenner kennt auch den Umfang der Instrumente, wird also z. B. nicht in Gefahr kommen, ein *c* in einem Zusammenklang auf die Flöte zu beziehen. Dadurch wird den positiven Kriterien die Arbeit erleichtert.

Die Theorie also, die wir in Bezug auf die Unterscheidung gleichzeitiger Töne als irrig erkannten, dass es sich nur um die Beziehung einer subjectiven Einheit auf eine objective Mehrheit handle, erweist sich als richtig in Bezug auf das Erkennen mehrerer Instrumente in einem Zusammenklang; weshalb hier auch anders als dort die Erfahrung eine durchaus unerlässliche Vorbedingung ist und zwei Instrumente im Zusammenklang nicht blos nicht benannt sondern auch gar nicht unterschieden werden können, wenn sie nicht einzeln irgendeinmal vorher gehört wurden.

Berichtigungen und Zusätze zum I. Band.

Zu S. 167, Anm.: Über die Nichtexistenz von Innervationsempfindungen vgl. nun auch Münsterberg (Willenshandlung 1888, S. 75 f.), der sie ebenso wie ich auf Muskelvorstellungen zurückführt, und besonders G. E. Müller und F. Schumann, Pflüg. Arch. Bd. 45 (1889) S. 80 f.

Zu S. 180 oben. Aristoxenus lehrt nicht, wie hier nach unvollständigen Auszügen, die ich mir gemacht hatte, angegeben ist, die Endlichkeit des Tongebietes sans phrase (in welcher Hinsicht ich nach Natorp's Urteil mit Unrecht von dem Griechen abgewichen wäre), sondern äussert sich vielmehr ganz in der Richtung meiner eigenen Ausführungen: „Wenn von der Stimme und dem Gehör die Rede ist, ist der Abstand des Tiefen und Hohen (*ἡ τοῦ βαρέος τε καὶ ὀξέος διάστασις*) endlich. Wenn aber die Tonreihe, das System der Höhe (*ἡ τοῦ μέλους σύστασις*) an und für sich (*αὐτὴ καθ' αὐτήν*) in's Auge gefasst wird, dürfte die Entscheidung anders lauten.“ (Marquardt's Ausg. S. 20.)

Diese Stelle beweist nebenbei auch deutlich (zu II 390 Anm. 2) die Verwendung von *μέλος* im Sinne von Tonhöhe.

Zu S. 210 Schluss des 1. Absatzes: Wie II 56 ausgeführt ist, scheint mir jetzt Hering's Annahme einer Tongrösse berechtigt und damit auch die griechischen Ausdrücke „Schwer und Spitz“ mit der Natur der Töne viel enger zusammenzuhängen als I 194 angenommen wurde. Vgl. auch die I 224 erwähnten Ausdrücke des Ptolemaeus.

Zu S. 231, nach dem 1. Absatz: Nach Wolfe's Untersuchungen über das Tongedächtnis (Wundt's Phil. Stud. III 534 f.) nimmt die Zahl der richtigen Urteile über die Frage, welcher von zwei Tönen der höhere, mit der Zwischenzeit zuerst rasch, dann langsamer ab. Doch schien die Abnahme nicht continuirlich, sondern unter gewissen Schwankungen einzutreten. (Übrigens dürften die in Stanley hall's American Journal ot Psychology I 185 erwähnten Mängel dieser Untersuchung ihren Wert in der Tat sehr beeinträchtigen.)

Zu S. 251 vor c): Nun hat gleichwol LORENZ, wie es scheint ohne Beachtung dieser Ausführungen, Versuchsreihen mit der Fragestellung gemacht, welcher Ton zwischen zwei gegebenen in der Mitte liege. Die Unbrauchbarkeit dieser bis zu ungeheurer Anzahl ausgedehnten Versuche, welche in WUNDT's Phys. Ps. [3] I 428 vorläufig erwähnt und soeben in WUNDT's Phil. Stud. IV (1890) 26 ausführlich veröffentlicht wurden, werde ich demnächst in der Zeitschr. f. Psychologie ganz im Einzelnen erweisen. Sie liefern nur die schlagende Bestätigung für das Vorausgesagte. Nur wo das Intervallbewusstsein sichtlich bestimmend war, zeigte sich hervorragende Bestimmtheit der Urteile, in den anderen Fällen arge Schwankungen.

MÜNSTERBERG gibt (Beitr. z. exp. Psych. Heft 3 S. 37, 41) als Ergebnis ähnlicher Versuche an, dass Unmusikalische einen Ton für die Mitte zwischen zwei anderen erklären, wenn er von beiden um die gleiche Schwingungszahl verschieden sei, „während der Musikalische natürlich den Ton als Mitte bezeichnet, dessen Schwingungszahl die mittlere Proportionale zwischen den Zahlen der beiden anderen Töne ist.“ Die arithmetische? Dann wäre kein Gegensatz zu den Unmusikalischen und müsste z. B. *c* als Mitte zwischen *C* und *g* bezeichnet werden, was ich wenigstens entschieden irrig fände. Die geometrische? Dann müsste ein etwas vertieftes *e* (4 : 4,89) als Mitte zwischen *c* und *g* erscheinen. Die harmonische? Dann *f* als Mitte zwischen *c* und c^1. Belege sind überhaupt nicht beigefügt; man muss also zunächst auf die in Aussicht gestellten warten, um diese Angaben zu beurteilen. Für sehr ungenau und viel zu unbedingt hingestellt hatte ich sie in jedem Fall.

Zu S. 264, 2. Absatz: WUNDT meint in der 3. Aufl. seines Werkes, dass die untere Tongrenze sogar auf 8 Schwingungen gesetzt werden dürfe, und bezieht sich auf eine Mitteilung der 1. Aufl., wo er den Differenzton von C_2 mit G_2, nämlich $C_3 = 8$ Schwingungen, gehört haben wollte. Über die Unzuverlässigkeit dieser Angabe s. meine Besprechung der 3. Aufl. in der „Viertelj.-Sch. für Musikwiss.“ 1888 S. 540 f.

Zu S. 269, Schluss des 1. Absatzes: Über weitere Fälle von Doppelthören, wobei die Verstimmung nahezu einen Ganzton betrug, s. KNAPP's Z. f. O. XV (1886) 107 — ein Musikdirector hörte rechts alle Töne von a—f^1 um soviel höher — und meine Selbstbeobachtung o. II 460. Wahrscheinlich sind solche Verstimmungen bei allen Mittelohrentzündungen vorhanden, werden aber nur von Musikalischen bemerkt.

Zu S. 292 Schluss des 1. Absatzes: Vgl. A. KAST „Über Störungen des Gesangs und des musikalischen Gehörs bei Aphasischen“ Münchener Med. Wochenschr. (Ärztl. Intelligenzbl.) 1885 No. 44, sowie KAST, WESTPHAL's Arch. f. Psychiatrie XX (1889) 588. Die mitgeteilten Fälle erläutern die Unabhängigkeit des Gehörs vom Singen und Spielen.

Zu S. 295 Schluss des 2. Absatzes: Durch ein zu erstaunlicher Fertigkeit entwickeltes reflexartiges Nachbilden von Tönen und Geräuschen erregte, wie mir von amerikanischen Collegen berichtet wird, ein halb Blödsinniger, „blind Tom", vor einigen Jahren dort vieles Aufsehen.

Zu S. 301 vor No. 2: Neuerdings untersuchte E. LUFT die Unterschiedsempfindlichkeit für Tonhöhen (WUNDT's Phil. Stud. IV 511). Er benützte Stimmgabeln auf Resonanzkästen. Es wurde dem Urteilenden jedesmal vorher mitgeteilt, dass der erste bez. zweite Ton im Laufe einer Versuchsreihe eine Erhöhung bez. eine Vertiefung erfahren werde; er hatte anzugeben, bei welchem der Versuche er einen Unterschied bemerkte. LUFT erhielt folgende Unterscheidungsschwellen (Differenzen der Schwingungszahlen) je nach den Tonregionen:

C	c	c^1	c^2	c^3	c^4
0,149	0,159	0,232	0,251	0,218	0,362

Es ist nicht ganz richtig, wenn LUFT und WUNDT behaupten, dass die gefundenen Werte bedeutend geringer seien als die PREYER's. PREYER und APPUNN untersuchten eben nur die Gegend des c^2 und c^3 und fanden in der ersteren (bei a^1) die Schwelle ebenfalls = 0,25 (PREYER Grenzen d. Tonw. 28). Bei c^3 allerdings = 0,5 bez. 0,4. Aber gerade hier sind LUFT's Versuche nach seinen eigenen Bemerkungen (S. 527—8) die weniger vertrauenerregenden, da sie hier die stärksten Schwankungen zeigen. Auch kann man schwer glauben, dass das Gehör eines G. APPUNN, das „empfindlichste, geübteste und zuverlässigste Gehör", welches „trotz der grössten Übung während eines langen Lebens" in der Gegend des c^3 die Differenz 0,25 nicht mehr sicher erkannte (PREYER 31), demjenigen LUFT's nachstehen sollte. Die von LUFT gefundene Zahl 0,218 ist also wahrscheinlich zu klein, womit auch die seltsame Ausbiegung der sonst regelmässig fortschreitenden Zahlenreihe verschwinden würde. Gleichwol bin auch ich nach Versuchen, die G. ENGEL an JOACHIM und einem anderen vorzüglichen Geiger gemacht hat, der Meinung, dass die äusserste Schwelle bei einzelnen Individuen noch herabgedrückt werden kann (ENGEL's Aesthetik d. Tonkunst 294 f. Viertelj.-Schr. f. Musikwiss. II, 1886, S. 513). Jedenfalls kann ich nicht einsehen, warum es sich empfehlen soll, solche Versuche an Personen anzustellen, die nicht hervorragend musikalisch geschult sind (LUFT S. 519, vgl. WUNDT 427).

Für die relative Unterschiedsempfindlichkeit ergibt sich aus obigen Zahlen, dass sie bis c^4 einfach zunimmt:

C	c	c^1	c^2	c^3	c^4
430	805	1103	2040	4697	5657

Somit stimmen die Ergebnisse hierin vortrefflich mit denen PREYER's und den meinigen in § 14 (299, 333); nur hatten wir zunächst Zunahme

bis c^3 erschlossen, da für höhere Regionen nicht genügende Anhaltspuncte in den Versuchen vorlagen. Die Zunahme von c^3 bis c^4 ist aber bei LUFT gering und mit Rücksicht auf die obigen Bedenken hinsichtlich der c^3-Versuche auch verdächtig; wahrscheinlich ist doch eine geringe Abnahme das Richtige. Ebenso verdächtig ist eine Zunahme von C abwärts, wie sie sich aus LUFT's nachträglichen Versuchen mit C_1 (S. 534) ergeben würde. Diese lieferten die Schwelle 0,44, was für die relative Unterschiedsempfindlichkeit den Wert 727 ergäbe.

Zu S. 313 vor No. 4: Ich habe inzwischen auch einige Kinder, die der Erkenntnis absoluter Tonhöhen fähig waren, darüber geprüft.

a) In besonders auffallendem Masse besass ein $8^1/_4$jähriges Mädchen, die II 380 erwähnte Elisabeth W., diese Fähigkeit. Sie hatte sich nach Aussage der Mutter bereits mit 4 Jahren Melodien am Clavier aufgesucht, später auch die Begleitung zu einer Melodie. Sie ist im Stande, vom Blatt zu singen und zwar mit reiner Intonation. Ihr Clavierspiel fand ich merkwürdig hölzern und ausdruckslos. Die Frage nach der absoluten Tonhöhe wurde in 39 gleichmässig zwischen C und c^4 verteilten Fällen 23 mal sofort und 8 mal durch nachträgliche Selbstcorrectur richtig beantwortet. Verwechselt wurde *Gis* mit G, a mit *cis*^{1} (das Kind sagte *cis*, weil ich natürlich nur die Buchstabenbezeichnung verlangte), *dis*^{2} mit *cis*^{2}, *dis*^{3} mit *cis*^{3}, *fis*^{3} mit *gis*^{3}, g^3 mit d^3 und mit e^3, c^4 mit h^3. Diese Fehlgriffe fanden sich sämmtlich am Ende je einer der drei durch Pausen unterbrochenen Versuchsabteilungen, beruhen also sicher auf Ermüdung; die meisten liegen ausserdem in der dreigestrichenen Octave, also an der Grenze, bis zu welcher die musikalische Erfahrung des Kindes reichte; auch gab das Versuchsclavier, ein älteres und dem Kinde ungewohntes Instrument, hier unangenehme Nebengeräusche. Man kann also sagen, dass das Urteil zwischen C und c^3 fast ausnahmslos richtig war. Die meisten Fehlurteile (wenn ich auch die nachträglich corrigirten mit vergleiche) wurden bei schwarzen Tasten abgegeben und dann allemal der Ton einer anderen schwarzen Taste mit dem angegebenen verwechselt z. B. 4 mal *Cis* mit *Fis* und umgekehrt.

Gegenüber den I 305 f. erwähnten Fällen bei Erwachsenen fand hier die günstige Bedingung statt, dass die Töne nicht an einer anderen Gattung von Instrumenten angegeben wurden als der am Meisten gewohnten. An den gewohnten (Streich-) Instrumenten waren die dort genannten Personen unfehlbar.

Elisabeth kann auch Töne nach der Benennung singend angeben, doch nicht so sicher als sie dieselben erkennt, wenn sie angegeben werden, und nur wenn sie vorher gerade wochenlang viel gesungen hat.

Ein Unterschied des Kindes gegenüber erwachsenen musikalischen Personen liegt darin, dass das Kind weniger leicht absolute Tonhöhen

innerhalb eines Accords erkannte als an einzelnen Tönen (s. o. II 380), während bei Erwachsenen das Umgekehrte stattfindet. (I 306. Auch ROBERT FRANZ sagte mir inzwischen, dass er die Tonart, *C*-dur, *Des*-dur etc., bei einem Accord auf dem Clavier oder im Orchester stets sicher erkannt habe, eigentümlicher Weise aber nicht bei der Orgel. Über die absolute Höhe einzelner Töne sei er nie sicher gewesen). Dieser Unterschied des Kindes von Erwachsenen lässt sich vielleicht aus der vorwiegenden Richtung des musikalischen Interesses erklären: Accorde, und zumal weniger gewohnte, mochten für das Kind noch etwas Verwirrendes haben.

Von Interesse ist, dass nach Mitteilung des Vaters auf Grund der Erinnerungen der Familie der Grossvater dieses Kindes mütterlicherseits, der berühmte Philologe RITSCHL, dieselbe Fähigkeit, die Töne nach ihrer absoluten Höhe zu erkennen, in ungewöhnlich hohem Grade besessen hat. Der Grossvater väterlicherseits hatte ein „sehr musikalisches Ohr", und die Mutter ist eine gute Clavierspielerin.

b) Weiter habe ich meinen Sohn Rudolf auch in dieser Richtung untersucht, als er 7³/₄ Jahre alt war, einige Stunden Unterricht im Notenlesen und dann einige Stunden Cavierunterricht im Spielen der zugehörigen Töne der eingestrichenen Octave gehabt hatte. Da ihm die ♯- und ♭-Töne noch nicht vorgestellt waren, benützte ich zur Prüfung nur weisse Tasten dieser Octave.

Es fanden sich unter 18 Fällen 6 ganz richtig (darunter 3 mal c^1), in den übrigen betrug der Fehlgriff nur einen Ganzton. Auch mit anderen Klängen machte ich hier einzelne Versuche, besonders mit gesungenen, und fand wiederum ein auffallend richtiges Urteil; so wurde das gesungene *c* richtig benannt, das a^1 eines scharfen Zungenpfeifchens als *g* bezeichnet. Der Knabe gab, ohne darüber befragt zu sein, an, dass er sich irgend ein Lied denke, worin der Ton vorkomme, und sang zum Belege aus einem der vielen Lieder, die er im Kindergarten erlernt hatte, irgend ein Wort, welches auf den bezüglichen Ton zu stehen kam. Wahrscheinlich hatte er sich die entsprechenden Melodien am Clavier gelegentlich zusammengesucht, sodass er nun mit Hilfe des Wortes die dazu gehörige Taste im Gedächtnis auffand. Doch kann er wol nur bei den zuletzt erwähnten Fällen einen solchen Umweg genommen haben.

In den folgenden Monaten, als Clavier-Unterricht und Übungen seltener und zuletzt ganz unterbrochen wurden, nahm auch diese Fähigkeit alsbald merklich ab.

c) Eine als vorzügliche Sängerin in Wien bekannte Dame berichtet mir, dass sie einen ihrer Söhne mit 4 Jahren förmlich abrichtete, die Töne nach den Buchstabenbezeichnungen zu singen und dass er auch bald darauf, unter dem Clavier liegend, jeden Ton traf. Mit 4¹/₂ Jahren

konnte er nach dem Tagebuch des Vaters den *C*-dur-Accord ganz genau angeben, mit 5 Jahren alle Töne und Intervalle singen und erraten, ausser in der höchsten und tiefsten Region. Ein anderer Sohn konnte schon mit 18 Monaten auf Befehl das c^1 singen und zwar genau in der Stimmung, welche das Clavier hatte. „Ich machte mir (schreibt die Mutter) ganz kurze Zeit den Spass und sagte: Karl, singe *c*, und sang es ihm vor. Bald lernte er es allein singen. Da geschah es, dass mich Weinwurm (Dirigent des Männergesangvereins) einmal besuchte. Ich hatte gerade den kleinen Kerl auf dem Arm und sagte aus Spass: „Sehen Sie, wie ich meine Kinder erziehe. Karl, singe das *c*!" Als er es ohne Zögern auf ein Haar traf, fuhr Weinwurm fast erschreckt zurück, da er nicht wusste, dass der Kleine nur für das *c* abgerichtet war. Übrigens sangen Beide, Fritz und Karl, die Melodie des Schlafliedes, das ich ihnen immer vorsang, im Alter von 18 Monaten nach." (Dies auch zu I 293.) Karl sang mit 5 und 6 Jahren zu Schubert'schen Liedern eine zweite Stimme aus dem Stegreif, componirte später, lernte aber wegen Kränklichkeit kein Instrument. Fritz lernte mit Leichtigkeit Violine, ist aber der Musik nicht gerade mit Leidenschaft ergeben.

Die musikalischen Talente sind in dieser Familie in hervorragendem Masse erblich, aber auch in gleichem Masse gepflegt. Der Urgrossvater dieser Knaben mütterlicherseits war ein sehr musikalischer Schullehrer, der Grossvater als Knabe „Hofsänger" (wie Schubert), und später, obgleich Arzt von Beruf, tüchtiger Violinist, Arrangeur und Componist; dessen Bruder ausserordentlicher Violinspieler. Zwei Brüder der Mutter mussten schon mit 2 und 3 Jahren Töne und Accorde singen und wurden dazu vom Grossvater oft in der Nacht geweckt, obschon sie nicht sehr musikbegabt waren. Der ältere konnte nicht die kleinste Melodie behalten. Wollte er eine auswendig lernen, so musste er zuerst die Namen der betreffenden Noten auswendig lernen. (!) Als er als Sängerknabe in die Hofkapelle kam, war dort die Stimmung höher oder tiefer als zu Hause; er aber sang unbekümmert in der Stimmung des heimatlichen Clavieres entsetzlich falsch fort. Er musste sich dann längere Zeit jeden Ton transponiren, um rein singen zu können. (Das Nämliche erzählte mir einmal Prof. G. Adler von einer bedeutenden Wiener Kirchensängerin, die ausgezeichnet vom Blatt sang, aber ihre Sicherheit einbüsste, wenn das Stück auch nur um einen halben oder ganzen Ton transponirt wurde. Dies sind sehr seltene Ausnahmen. Gewöhnlich ist das Intervallgedächtnis weit sicherer als das absolute Tonbewusstsein; ja es kann unfehlbar sein, wenn das letztere ganz mangelt.)

Die Mutter selbst ebenso wie ihre Schwester zeichnen sich durch grosse Treffsicherheit (für Intervalle) aus. Eine Schwester obiger Knaben war vor ihrer Verheiratung Opernsängerin und besitzt ebenfalls ein vor-

zügliches Gehör. Der Vater ist ein guter Cellist, componirt und hat ein erstaunliches Melodiengedächtnis, und der Grossvater väterlicherseits war ebenfalls gut musikalisch.

Die Dame fügt ihren dankenswerten Mitteilungen noch folgende Bemerkung bei: „Ich habe in meinem Leben viele Sänger kennen gelernt, aber wenige waren unfehlbar im Treffen der Töne (der absoluten Höhe). ... Merkwürdig ist, dass ich nie in meinem Leben eine Sängerin getroffen habe, die ganz unfehlbar im Treffen (der Intervalle) gewesen wäre.“ Über die Seltenheit des absoluten Tonbewusstseins bei Frauen vgl. I 286.

Zu S. 313, Schluss des 2. Absatzes: Dass die blosse Verschiedenheit zweier Töne leichter erkannt wird als ihr Höhenverhältnis, haben auch Wolfe (in der o. zu 231 erwähnten Untersuchung) und Münsterberg (Beitr. 3. Heft S. 40) bestätigt. Ein vielerfahrener Geiger macht mich auch auf das häufige Vorkommnis beim Quartettspiel aufmerksam, dass man sich noch fragt: „Stimmt mein Instrument zu hoch oder zu tief?“, nachdem man schon erkannt hat, dass es nicht stimmt.

Zu S. 329 vor No. 5: Auch einer der II 157 erwähnten Unmusikalischen (Hr. Thiel), welcher schon in der Vorprüfung auf die Frage, welcher Ton höher, auffallend schlecht in der hohen Region urteilte, ergab unter je 30 Fällen mit Ganztonintervall in der Tiefe 21, Mitte 24, Höhe 20 richtige Urteile; also wenigstens nicht besser in der Höhe als in der Tiefe. Er gab auch an, sich in der Tiefe sicherer zu fühlen. Vielleicht gehört diese Abnormität mit zu denjenigen, welche für Musik besonders untauglich machen.

Zu S. 330, 1. Absatz: Diese von mir zuerst festgestellte Tatsache, dass stark Unmusikalische ohne ausdrücklich darauf gerichtete Übung ganz gewöhnlich erst bei Intervallen über eine Quinte in mittlerer Tonregion sicher sagen können, welcher Ton der höhere ist, bestätigt nunmehr auch Münsterberg (a. a. O. 41). Zu denken gibt in dieser Hinsicht die offene Selbstbeschreibung einer Engländerin im Mind III 401 f., welche sich in der nämlichen Verfassung befindet und doch „Musik lernen“ und sogar Generalbass mit praktischen Übungen betreiben musste. Man kann sich nur mit einigem Gruseln vorstellen, wie oft bei der Allgemeinheit des „Musiklernens“ und besonders des Clavierspielens solche Fälle vorkommen mögen.

Zu S. 335 vor No. 6: Gegen meine Versuche hat Luft in der o. erwähnten Abhandlung, obgleich er die daraus gezogenen Schlussfolgerungen bestätigte, unberechtigte und teilweise unverständliche Einwände erhoben, worauf ich in der Viertelj.-Schr. f. Musikw. IV (1888) 542 f. antwortete. Lorenz kritisirt sie in der eben erschienenen Arbeit (s. o.) wegen zu geringer Anzahl. Es kann mir nur erwünscht sein, wenn Jemand sie in grösserer Anzahl durchführen möchte. Bis jetzt

sind sie doch eben die einzigen, die mit dieser Fragestellung in Bezug auf verschiedene Tonregionen tabellarisch veröffentlicht wurden. Auch ist, wie ich an Lorenz' eigenen Versuchen zu zeigen gedenke, die genaue vorgängige und begleitende Überlegung der psychologischen Versuchsbedingungen mindestens ebenso wichtig als die Anzahl der Versuche. Ich habe selbst mehrfach erwähnt, dass einige Anomalien in meinen Tabellen vielleicht bei grösserer Anzahl verschwunden wären. Aber Lorenz' Tabellen zeigen trotz der grossen Zahlen viel grössere Schwankungen und Sprünge, und schliesslich muss er sich für einige derselben doch auch darauf berufen, dass die Versuche noch hätten vermehrt werden müssen (S. 83f. 93), während er andererseits S. 49 behauptet, dass das allgemeine Versuchsergebnis sich mit Wahrscheinlichkeit schon aus wenigen Versuchen habe erschliessen lassen, und einen strengen Beweis auch zuletzt aus den 110000 nicht entnehmen kann (S. 87).

Wundt's Einwand gegen meine Beobachtungen, dass sie nicht durchweg mit einander im Einklang ständen (Ph. Ps.[3] I 426, ebenso Lorenz S. 40), muss ich zurückweisen, solange er nicht specificirt wird. Meine Beobachtungen in dieser Sache bestanden in der getreuen Wiedergabe der Aussagen Unmusikalischer. Wenn diese nicht in allen Puncten untereinander übereinstimmen, vielmehr charakteristische Unterschiede zeigen, die ich selbst als solche und als theoretisch bemerkenswert hervorgehoben habe, so kann man dies doch nicht ohne starke Zweideutigkeit in obiger Weise ausdrücken. Ebensogut könnte man Einem, der für zwei verschiedene Berge zwei verschiedene Höhen gefunden hat, vorwerfen, dass seine Beobachtungen nicht mit einander stimmten.

Ich muss schliesslich die Voraussetzung ablehnen, von welcher meine Kritiker auszugehen scheinen, als ob mir wie ihnen selbst die Unterschiedsempfindlichkeit und das Weber'sche Gesetz das Alpha und Omega der Versuche und dagegen die Ermittelung der durchschnittlichen Urteilszuverlässigkeit Unmusikalischer in verschiedenen Regionen nur etwa das Mittel dazu gewesen wäre. Diese hat für mich ein selbständiges Interesse, da sie ein wesentliches Glied in der Reihe der Beschreibungen bildet, durch welche der Zustand des unmusikalischen Bewusstseins aufgeklärt werden soll. Weiterhin wird sie uns auch für die Lehre von den Tongefühlen wichtig. Die Zurückführung dieser Urteilstatsachen auf ein gewisses Verhalten der Unterschiedsempfindlichkeit (welches seinerseits doch auch wieder nicht als letzte Tatsache gelten darf, sondern physiologisch erklärt werden muss) betrachte ich als eine wahrscheinliche Hypothese, die ich als einen weiteren Gewinn gern mitnehme, und die ja auch durch Luft nur bestätigt ist. Mag sie sich aber sogar als falsch erweisen, so behält gleichwol jede der mitgeteilten Urteilstatsachen, und jeder weitere Beitrag dazu, gross oder klein, seine ganz unabhängige Bedeutung.

Zu S. 339 vor No. 7: Nunmehr hat sich doch auch WUNDT (I^3 224 f.) auf Grund der Versuche von LUFT und von LORENZ der Erkenntnis nicht mehr verschliessen können, dass das WEBER'sche Gesetz für Tonqualitäten ungültig ist. Gegenüber den LORENZ'schen Versuchen freilich, die er als reine Distanzurteile betrachtet, ohne den offenbaren Einfluss der musikalischen Intervallurteile auch nur zu erwähnen, wäre diese Änderung seiner Überzeugung gerade nicht nötig gewesen. Auch ist mir nicht klar, wie WUNDT dabei noch das „Gesetz der Beziehung" als ein allgemeines festhalten kann, da das WEBER'sche Gesetz doch nur ein specieller Fall davon sein soll.

Im vorigen Jahre hat nun aber wieder KERR LOVE (Journ. of Anat. and Physiol. XXIII, 1889, S. 336) nach Versuchen mit gedackten Pfeifen (hauptsächlich c^1, c^2, c^3, c^4) die Gültigkeit des WEBER'schen Gesetzes, abgesehen von den Grenzen des Tonreiches, behauptet. Unmusikalische erkannten überall bei $^1/_6$—$^1/_{40}$ Halbton den höheren Ton als solchen, gewöhnlich bei etwa $^1/_{24}$, musikalisch Geschulte (Geiger u. dergl.) mit einiger Sicherheit bei $^1/_{64}$—$^1/_{80}$. Erhöhung wurde allgemein leichter als Vertiefung erkannt. (Vgl. o. II 344.) Es liegt indessen nur eine vorläufige Mitteilung der Ergebnisse dieser Untersuchung (Glasgower Dissertation) vor, ohne Tabellen, so dass ein Urteil über ihre Zuverlässigkeit und Bedeutung nicht möglich ist.

Zu S. 351 nach dem 1. Absatz: TH. LÖWY leugnet denn wirklich in der Schrift „Die Vorstellung des Dinges auf Grund der Erfahrung" 1887 S. 52 f. ebenso die Reihenbildung der Intensitäten wie die der Qualitäten (48) der Töne. „Ein intensiver Schmerz ist nicht stärker als ein milder, dem Inhalt nach. Es ist auch kein Ton lauter als der andere. Die Stärke eines Tons ist nur eine andere Gruppirung der Inhalte, ein Auftreten von bestimmten anderen Inhalten, etwa auch von mehr Inhalten .... Die Stärke des Tons liegt z. B. in Begleiterscheinungen der Art, dass ein stärkerer Ton in weitere Entfernung reicht." Ich führe dies nur als eine der Wunderlichkeiten an, zu denen die Extreme des Empirismus verleiten.

MÜNSTERBERG kommt (a. a. O. S. 8 f.) auf eine von mir bereits früher (Urspr. d. Raumvorst. § 6) ausgesprochene, aber als unfruchtbar wieder verlassene Idee zurück: dass nämlich Intensität, Qualität u. s. f. nur Veränderungen eines an sich einheitlichen Empfindungsinhaltes in verschiedener Richtung seien. Man muss doch eben zugeben, dass wir die verschiedenen Veränderungsrichtungen in gewisse Classen zu bringen nicht blos im Stande, sondern gezwungen sind; und die Möglichkeit und Notwendigkeit, sich in diesen Richtungen zu verändern, muss man dem Eindruck doch als etwas Immanentes zuschreiben. Gewiss sind Intensität und Qualität nur Abstractionen, aber als solche berechtigt und unentbehrlich.

Weiter lehrt MÜNSTERBERG, dass die qualitativen Unterschiede, die wir Intensitätsunterschiede nennen, erst durch ihre Verbindung mit Muskelempfindungen fähig werden, eine Reihe zu bilden. Also ebenfalls Intensitätszeichen. Den Muskelempfindungen komme eine völlig exceptionelle Stellung zu, hier sei wirklich die schwache in der starken enthalten u. s. f. Mir scheinen die Intensitäten der Muskelempfindungen nicht besser und nicht schlechter reihenbildungsfähig als alle übrigen. Der Metaphysik der Spannungsempfindungen — anders kann ich's nicht nennen —, die MÜNSTERBERG dann aufbaut, nur um der vermeintlichen „Metaphysik" zu entrinnen, die in der Unterscheidung des Urteils von der Empfindung liegen soll, stehe ich als ein vollkommen Ungläubiger gegenüber; obschon ich begreife, dass die WUNDT'sche Apperceptionslehre einen kritischen Schüler zum Versuch einer Auflösung des ganzen Apperceptionsbegriffes führen kann.

Zu S. 355 vor dem letzten Absatz: Neuerdings fanden auch LORENZ (WUNDT's Phil. St. II 394) und STARKE (das. III 264) das FECHNER'sche Gesetz für Schallstärken bestätigt, WIEN (WIED. Ann. Bd. 39, 1889, S. 834) annähernd auch für einen musikalischen Ton (a^1).

Zu S. 356, Schluss des Kleingedruckten: Weiteres hierüber in den vorher erwähnten Arbeiten von LORENZ und STARKE (auch in einer neueren von STARKE, WUNDT's Phil. St. V, 1888, worin die Schallstärke einfach proportional der lebendigen Kraft, bei constanter Fallhöhe proportional dem Gewicht, gefunden wird), dann bei GRIMSEHL, WIED. Ann. Bd. 34, S. 1028. Das genaueste Verfahren zur objectiven Darstellung von Schallstärken beschreibt A. RAPS, WIED. Ann. Bd. 36, S. 273 f.

Zu S. 364 vor e): LORENZ gibt an (WUNDT's Ph. Stud. II), dass gleiche objective Schallstärken geringer geschätzt wurden im Vergleich zu einem nachfolgenden, grösser im Vergleich zu einem vorausgehenden Schalleindruck; dass ferner der „Gleichheitspunct" bei aufsteigender Veränderung in der Fallhöhe der kleineren Kugel höher lag als bei absteigender.

Zu S. 369 (grössere Stärke höherer Töne) und 385 (mechanische Arbeit des Schallreizes) vgl. auch WIEN in der obigen Abhandlung (wonach man wirklich einen Grashalm könnte wachsen hören, wenn nämlich die dabei verrichtete Arbeit in Form von Schallreizen das Ohr träfe).

Zu S. 392 vor 4.: Über die Trägheit der Aufmerksamkeit auch FECHNER, Binoc. Sehen. 395 Rev. 283. F. AUERBACH, WIED. Ann. IV 509. SCHUMANN, Nachr. d. Ges. d. Wiss. zu Göttingen 1889, No. 20, S. 2.

Zu S. 395 f. Die hier vermutete Ungültigkeit des Gesetzes der umgekehrt quadratischen Abnahme der Schallstärke mit der Entfernung wurde von K. VIERORDT (Die Schall- und Tonstärke, Nachgel. Werk, 1885, 235—245) durch Versuche dargetan. Die Schallstärke nimmt hienach in der Tat viel weniger ab, ungefähr einfach mit der Ent-

fernung. WIEN behauptet (a. a. O. 853), dass ein Unterschied sei zwischen geschlossenen und freien Räumen; für die letzteren treffe das alte Gesetz zu. VIERORDT hatte indessen auch auf freiem Felde experimentirt. Die Frage muss wol noch näher untersucht werden, auch mit Rücksicht auf den Unterschied von Tönen und Geräuschen, welche letzteren mir allerdings rascher abzunehmen scheinen.

Zu S. 399 Z. 2: Bereits HELMHOLTZ hat gelegentlich seiner Klangzusammensetzungen praktisch Stärkedistanzvergleichungen ausgeführt (Tonempf.[4] 203), indem er 10 Classen der Resonanzstärke unterschied und eine gegebene nach dem Gehör in dieselben einordnete. BOSANQUET (Phil. Magazine 1879, S. 299) construirte eine vollständige Intensitätsscala aus 10 Graden, 5 lauten und 5 leisen. Als stärksten Schall nahm er den einer Glocke oder Kanone oder Dampfpfeife, wenn man daneben steht, als schwächsten das Ticken einer Taschenuhr in 1 Meter Entfernung. Das physikalische Stärkeverhältnis der aufeinanderfolgenden Grade glaubt er dabei nach Versuchen etwa $= 3:1$ setzen zu können.

Zu S. 399 vor No. 5: Auf ganz die nämliche Auffassung der FECHNER'schen Massformel sah sich EBBINGHAUS in seinen Untersuchungen über „Die Gesetzmässigkeit des Helligkeitscontrastes" geführt (Sitz.-Ber. d. Berliner Akad. Bd. 49, 1887, S. 995 f. Vgl. PFLÜG. Arch. Bd. 45, S. 122).

Zu S. 408, 2. Zeile (auch zu S. 40 und 360): Während eines katarrhalischen Zustandes vernahm ich, mit der Prüfung der Reinheit von Intervallen auf der Orgel beschäftigt, starke und deutliche Intermittenzen, genau wie Schwebungen. Der Puls ging in Folge einer raschen Bewegung gerade sehr stark und schnell, und die Intermittenzen gingen genau isochron mit demselben, wurden auch mit ihm langsamer, sodass jeder Zweifel über den Ursprung der vermeintlichen Schwebungen ausgeschlossen war.

A. RAGGI beobachtete (nach der Naturwiss. Rundschau 1886, S. 200) an sich und Anderen, dass in tiefer Nacht das Uhrticken periodisch verschwindet. Das positive Stadium schwankt etwa zwischen 4 und 11, höchstens 15 Secunden, das negative zwischen 7 und 22. Weder objective Ursachen noch der Puls könne daran Schuld sein, sondern wahrscheinlich handle es sich um Schwankungen der Aufmerksamkeit, weniger wahrscheinlich um physiologische Empfindlichkeitsschwankungen. Ich möchte das Letztere doch für wahrscheinlicher halten.

S. 410 3. Zeile: Mozart's ungewöhnlich grosse Ohrmuschel neben einer gewöhnlichen ist in NISSEN's Biographie des Meisters abgebildet. Die Breite des Gehörganges hat nach BURCKHARDT-MERIAN's Erfahrungen (Résultats comparés des differentes Méthodes d'exploration de la fonction auditive 1885, S. 5) wie nach O. WOLF (das.) keinen Einfluss auf die Hörfähigkeit überhaupt. Von SCHUMANN sind die Gehörknöchelchen und das

Labyrinth noch erhalten; die ersteren sind ausserordentlich stark (Schaaffhausen, Über Beethoven's und Schumann's Schädel, Corresp.-Bl. der deutschen Gesellsch. f. Anthropol. Sept. 1885, S. 147, im Arch. f. Anthr. XVI). Freilich werden eben so starke Knöchelchen wie Schumann und eben so grosse Ohren wie Mozart Tausende haben, die gleichwol keine Symphonien im Kopfe tragen.

Kurze Correcturen zum I. Band.

S. 187 Z. 6 v. u. statt „der Membrana basilaris" zu lesen „des Acusticus".
S. 197 Z. 6 v. u. lies „dazwischen" statt „dazu" (sinnstörend!)
S. 214 Mitte statt „dieselbe plus der" setze blos „die", und in der vorletzten Textzeile schalte vor „grösser" ein: „vom Beginn des Reizes gerechnet".

Die im I. Bande citirten Paragraphenzahlen des II. Bandes treffen in Folge einer etwas veränderten Ordnung teilweise nicht mehr genau zu. Man wird die bezüglichen Stellen des II. Bandes nunmehr mit Hilfe des Registers finden.

Berichtigungen und Zusätze zum II. Band.

Zu S. 17 unten: Nach Rousseau's Dictionnaire de Musique (erschienen 1767, im Manuscript fertig 1750) Art. „Son" scheint die Frage der Möglichkeit der gleichzeitigen Mehrheit von Tönen damals viel verhandelt worden zu sein. De Mairan liess durch verschiedene Töne verschiedene Teile des Ohres afficirt werden (eine auch von Condillac erwähnte Ansicht). Mengoli liess die Töne nur successiv zur Empfindung kommen. Rousseau findet in beiden Ansichten Schwierigkeiten.

Zu S. 55, 2. Absatz, 1. Zeile: Statt „ausgesprochen" lies „vertreten" (ausgesprochen hatte ich die Idee selbst früher, vgl. S. 101).

Zu S. 112 Anm.: Über gegenseitige Beeinflussung zweier Pendel auch Ellicot, Trans. Royal Soc. Bd. 41 (1739) No. 453 S. 126, 128. Laplace und Chladni in Gilbert's Ann. Bd. 57 S. 229, Bd. 60 S. 63. Isenkrahe in Carl's Repert. f. Exp. Physik XVI (1880) 110. Oberbeck Wied. Ann. Bd. 34 (1888) 1041.

Zu S. 138 vor f): statt „24a)" zu lesen „24,1".

Zu S. 183 Z. 9: Ferner in Mach's Einleitung in die Helmh. Musikth. S. 23 („Leichter ist dies — die Töne eines Accords herauszuhören — bei Dissonanzen, schwieriger bei Consonanzen").

Zu S. 199 Anm.: Probl. p. 918, b, 34—39 sagt Aristoteles, der tiefere Octaventon sei das Analogon des höheren, er sei zugleich derselbe und ein anderer; bei der Quinte und Quarte dagegen finde solches Ver-

hältnis nicht statt. (In der ersten Zeile dieses Problems ist vor πέντε natürlich τὸ διὰ oder etwas Aequivalentes einzuschalten.)

Zu S. 229 vor 2.: Sehr bemerkenswert ist die Tatsache, die mir früher bei Studien über Localisation nicht entging, auf die mich aber erst Herr Dr. K. Schäfer wieder aufmerksam gemacht hat, dass die Unterdrückung des schwächeren Tones bei Verteilung zweier verschiedener Töne (Gabeln) an beide Ohren erst mit viel bedeutenderem Stärkeunterschied eintritt, als innerhalb eines und desselben Ohres. Es ist ja überhaupt solche Verteilung günstig für die Analyse (335); doch mögen hier noch direct-physiologische Ursachen mitwirken, welche auch die Empfindungsschwelle herabdrücken. Auch Scott Alison hat bei Versuchen mit verteilten Glocken (freilich einem schlechten Object) bemerkt, dass keine Unterdrückung stattfinde, sobald nur beiderseits ein geringer Unterschied des „Charakters“, worunter er anscheinend die Höhe versteht, vorhanden sei („the louder and graver sound does not render the other ear insensible to the weaker sound of the weaker bell“). Proc. Roy. Soc. IX No. 31, S. 204, bei Fechner Bin. Sehen 548.

Zu S. 235 vor dem Kleingedruckten: F. Auerbach sagt Wied. Ann. IV (1878) 510 gelegentlich der Vocaltheorie: „Man hört Obertöne desto leichter, je verschiedener ihr Charakter von demjenigen des Grundtons ist .... Ein Oberton markirt sich desto schärfer, je grösser die grösste der Primzahlen ist, in welche man seine Schwingungszahlen zerlegen kann, diejenigen des Grundtons = 1 gesetzt“.

Der grössere Abstand eines höheren Teiltons vom Grundton muss natürlich auch die Analyse erleichtern (gemäss II 319). Aber der Unterschied zwischen dem 9. und 8. Teilton in dieser Beziehung ist doch sehr gering, und überdies wird nicht blos der 9., sondern auch der 7. besser als der 8. vernommen.
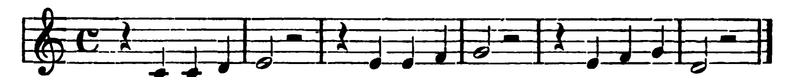
Zu S. 239 Anm.: „sowie I 419 über besondere Empfindlichkeit in der Gegend des c^4.“

Zu S. 356: Im 2. Absatz ist der Satz: „Dies hängt . . .“ nebst dem Folgenden zu streichen.

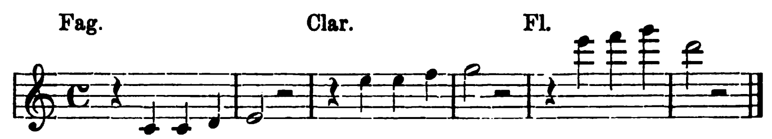
Zu S. 401 Anm.: In der „Neuen Instrumentationslehre“ (deutsch 1887) führt Gevaert ein Beispiel aus Herold's Zampa dafür an.

Zu S. 410 3. Z.: Auch meine I 261 erwähnte Beobachtung bestätigt den Schluss.

Zu S. 411 vor dem letzten Absatz: Die Octaventäuschung bei Einzelklängen in Folge der Obertöne ist in Gevaert's Traité d'Instrumentation 1863 S. 193 geradezu als Regel der musikalischen Praxis ausgesprochen, indem er sagt, man müsse bei einer Melodie, welche stückweise an verschiedene Instrumente verteilt wird, den tieferen Klang der milderen Klangfarben in Rechnung ziehen. Beispielsweise die melodische Phrase:



dürfe man an Fagott, Clarinette und Flöte nicht so verteilen, wie sie hier geschrieben ist, sondern immer nur eine Octave höher:



Erst dann wird die Melodie so verstanden, wie sie gemeint ist.

Ich muss gestehen, dass mir auch einige Stellen in classischen Stücken für Violine und Clavier, wie in BEETHOVEN's Sonate op. 23 2. Satz die beiden Instrumenten stückweise zugeteilten auf- und absteigenden Gänge, allemal ein wenig unnatürlich vorkommen. Die Fortsetzung der Leiter durch das andere Instrument hat etwas Sprunghaftes, Gezwungenes.

Register zum I. und II. Band.

A. nach einer Ziffer = Anmerkung. a. = aufeinanderfolgend. f. = Ausführung von mehr als zwei Seiten. g. = gleichzeitig. i. A. = im Allgemeinen. o. = oben. s. d. = siehe dortselbst. T. = Ton, Töne. u. = unten. * = eine Worterklärung (bei f.* findet sich dieselbe im Laufe der Ausführung).

